ATTI
DELLA
SOCIETÀ ITALIANA
DI SCIENZE NATURALI
E DEL
MUSEO CIVICO
DI STORIA NATURALE
DI MILANO

VOLUME CV
Fascicolo I

Pubblicato col contributo del C. N. R.

MILANO
—
15 Marzo 1966

Pavia - Premiata Tipografia Succ. FUSI - Via L. Spallanzani 27 - 1966

ATTI
DELLA
SOCIETÀ ITALIANA
DI SCIENZE NATURALI
E DEL
MUSEO CIVICO
DI STORIA NATURALE
DI MILANO

VOLUME CV

Anno 1966

Pubblicato col contributo del C. N. R.

MILANO 1966

MUSEO CIVICO DI STORIA NATURALE DI MILANO
ACQUARIO

Luisa De Donato - Menico Torchio

SU DI UNA *PENNELLA CRASSICORNIS* STEENSTRUP ET LUETKEN PARASSITA DI *ZIPHIUS CAVIROSTRIS* G. CUV.

(*Crustacea Copepoda*)

Dal 7 al 9 novembre 1963 una quindicina di cetacei di lunghezza totale variante fra 5 e 7 m circa finirono in secco sulle spiaggie o furono catturati in acque neritiche fra Varazze ed Alassio, in Provincia di Savona ([1]).

Provvide a fotografare gli esemplari spiaggiati o catturati nel Finalese il Sig. A. Campi, Conservatore del Museo Civico di Finale Ligure (Savona), che da uno di tali cetacei prelevò anche degli ectoparassiti ([2]); in base alle sue fotografie due individui sono sicuramente determinabili come *Ziphius cavirostris* G. Cuv. ([3]), da uno dei quali proviene la ♀ adulta di *Pennella* Oken di cui tratta questa nota (Coll. Parassitol. Acq., n. Cat. 2).

Per approfondite notizie sulla frequenza di zifii nel Golfo

([1]) Secondo la « Gazzetta del Popolo » di Torino del 10 nov. 1963, ne sarebbero morti 2 a Varazze, 4 a Celle, 3 a Savona, 5 nel Finalese, 1 ad Alassio ed 1 a S. Michele di Pagana (Prov. di Genova).

Nel titolo e nella didascalia della figura il quotidiano parla di « balenotteri »: in realtà trattavasi di odontoceti, almeno nel caso di tutti gli individui spiaggiati nel Finalese.

([2]) Ringraziamo vivamente il Sig. Aldo Campi per il materiale e la documentazione fotografica opportunamente raccolti e cortesemente fornitici, ed i Sigg. Luigi e Benedetto Perasso per le notizie sulle catture operate nel Finalese.

([3]) Un sincero ringraziamento va al Dr. Luigi Cagnolaro, Conservatore del Museo Civ. St. Nat. di Milano, per il cortese controllo della determinazione di questi due cetacei.

di Genova, vedasi TORTONESE (1957, 1963, 1965) [1]; taluni AA. ritengono che in determinati anni questi animali penetrino in buon numero nel Mediterraneo attraverso lo stretto di Gibilterra in relazione a migrazioni di cefalopodi dei quali essi si nutrirebbero (CALDERARA, 1965); effettivamente, numerose specie di odontoceti predano prevalentemente teutacei di vari gruppi (cfr. FIELDS, 1965 e l'abbondante bibliografia che reca) e non si può escludere che talune delle specie di teutacei nectonici diffuse in Atlantico orientale ed in Mediterraneo e congeneri di forme frequentemente reperite nel contenuto gastrico di odontoceti, compiano attraverso lo stretto di Gibilterra spostamenti talmente massivi (almeno in certi anni) da costituire richiamo di cetacei in Mediterraneo. E' interessante che talune Pennelle parassitino sia certi odontoceti sia teutacei da questi predati.

---

[1] A detta dei pescatori da noi interpellati tutti i cetacei spiaggiati o catturati nelle acque del Compartimento marittimo di Savona (ed in particolar modo finalesi) sarebbero stati della stessa specie; ci sono pervenute fotografie di soltanto cinque diversi individui, dei quali determinabili come zifii sono: I) due sicuramente; II) tre molto probabilmente. In effetti circa 15 zifii erano già spiaggiati nella stessa area sei mesi prima (TORTONESE, 1963) e poichè questi animali sono gregari, non v'è serio motivo di dubitare che individui riscontrati in netta vicinanza di tempo e spazio e sensibilmente simili fra loro per forma, statura e comportamento appartengano alla medesima specie.

Comunque, i cetacei di cui sopra costeggiarono, taluni via via arenandosi, altri nuotando a lungo nelle acque prospicenti le medesime località in cui i primi stavano agonizzando o giacevano cadaveri: ad esempio, nelle acque di Finale Ligure tre individui spiaggiarono, altri nuotarono a lungo in acque costiere, e di questi uno venne raggiunto e catturato a 800 m ca al largo di Capo Capra Zoppa dal Sig. Felice Saccone di Finalmarina ed uno, al largo di Varigotti, venne raggiunto ed arpionato dal Sig. Benedetto Perasso; entrambi furono rimorchiati a riva; pesavano 24 quintali ca e misuravano 7 m ca di lunghezza totale. Il primo in base alle fotografie è determinabile sicuramente, il secondo appare congenerico ad esso; degli individui morti nel Finalese, alcuni erano ♀♀, altri ♂♂.

Taluni cetacei recavano ferite presumibilmente da armi da fuoco, come se il gruppo fosse stato bersagliato da velivoli o navi militari; è probabile che gli individui gravemente feriti siano stati portati in acque neritiche dai moti del mare e siano finiti in secco perchè debilitati, tosto seguiti da altri individui apparentemente sani.

Figg. 1 e 2. — Esemplari di *Ziphius cavirostris* G. Cuv.; acque finalesi, Nov. 1963.

Foto Campi

* * *

La *Pennella* Oken dell'Acquario di Milano presenta un notevole interesse essendo perfettamente integra, fatto raro in quanto l'operazione di distacco del parassita dall'ospite è difficile e malagevole, sicchè molte descrizioni di pennelle contenute nella letteratura sono necessariamente incomplete: pertanto è opportuno illustrare con alquanta cura il nostro esemplare.

Questo misura 125 mm ca di lunghezza totale; si presenta molto allungato e reca all'estremità posteriore del corpo fitte appendici penniformi (donde il nome generico); il cefalotorace (o capo) misura 10 mm ca di lunghezza ed è costituito anteriormente da un grosso tubercolo provvisto di corti cirri, posteriormente da tre appendici, distalmente globulari, complanari e perpendicolari all'asse del corpo, delle quali due laterali e specularmente simmetriche tra loro, una dorsale.

Le antenne seconde, chelimorfe, sono chiaramente visibili; le rudimentali zampe natatorie, situate a mo' di brevi sbarrette oblique immediatamente dietro la base delle appendici sub-cilindriche, delimitano posteriormente il cefalotorace.

L'addome misura 88 mm ca di lunghezza di cui spettano 45 ca alla sottile porzione anteriore (o « collo »), cilindrica e di color giallastro e 43 ca all'addome posteriore, sensibilmente più spesso, distintamente anulato e di color nerastro (i colori sono stati rilevati dopo due anni di conservazione in alcool).

La coda, recante le appendici penniformi fitte e numerose biforcate in rami diseguali, è lunga 25 mm ca e termina assottigliandosi in una estremità biloba.

I due sottilissimi e subcilindrici tubi ovigeri, inseriti fra addome posteriore e coda, sono lunghi 145 mm ca.

Riscontriamo sensibili affinità fra questo individuo e quelli descritti da BRIAN (1906) sotto la denominazione di *Pennella crassicornis* Steenstrup et Lütken e questo sia per la morfologia generale che per i rapporti meristici, sebbene il nostro esemplare sia più grosso di quello di maggior mole studiato dal predetto A.

La tabella del BRIAN (1906) evidenzia la grande variabilità infraspecifica dei rapporti meristici in *Pennella crassicornis*: in linea generale il « collo » e l'addome posteriore hanno lunghezza simile fra loro e da 2 a 4 volte maggiore di quella del capo. Nel

nostro esemplare si hanno rapporti capo: collo: addome: coda = 1:4,5:4,3:2,5, rapporti alquanto simili a quelli del 7° (1:4:4:2) ed anche del 4° (1:4:3,5:1,8) esemplare studiato da BRIAN (1906) ma nettamente dissimili da quelli del 2° e del 6°. Sarebbe interes-

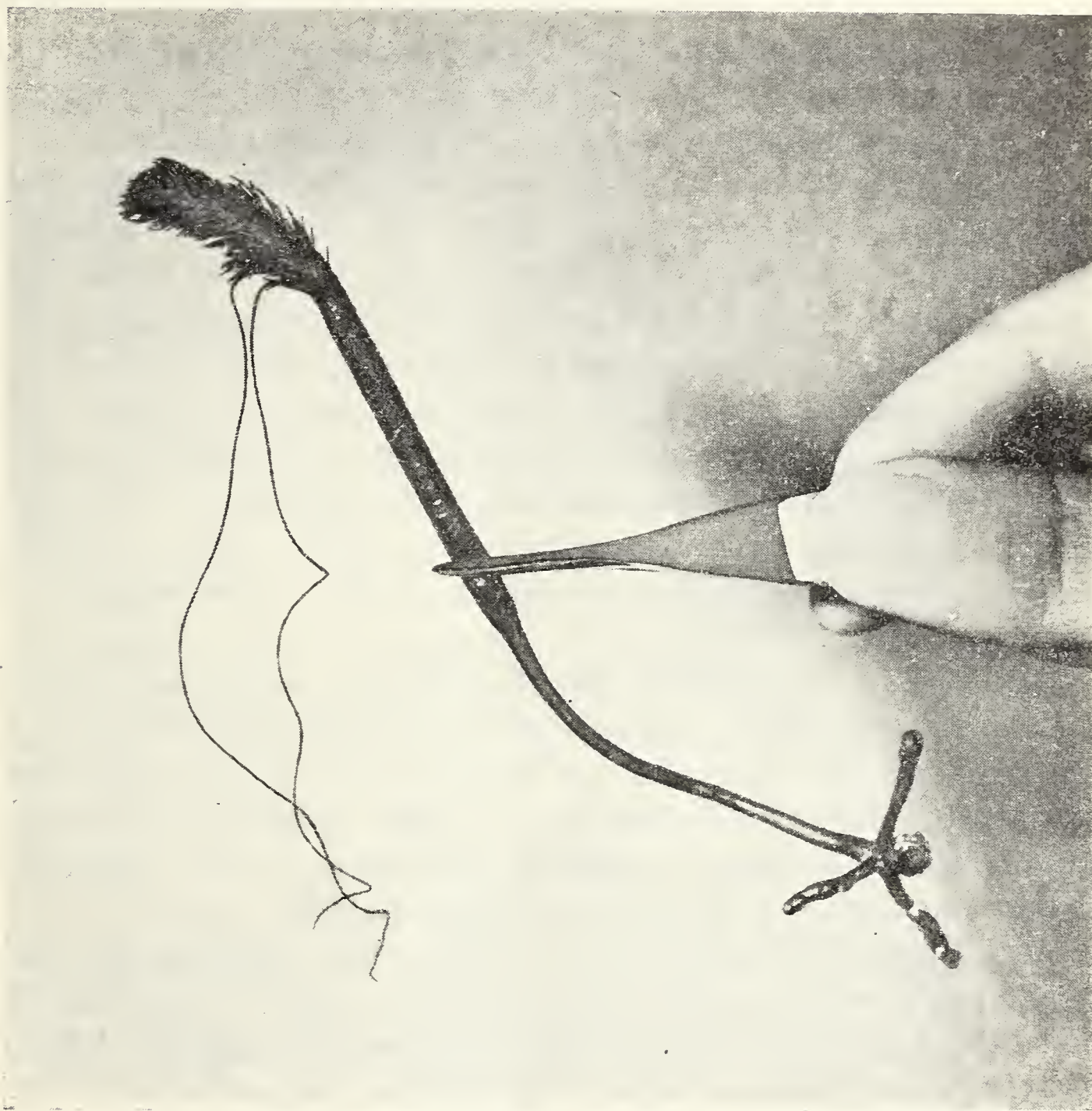



Fig. 3. — Esemplare di *Pennella crassicornis* Steenstrup et Lütken parassita di *Ziphius cavirostris* G. Cuv.; Finalmarina, Nov. 1963.
FOTO MARGIOCCO

sante precisare i limiti della variabilità infra ed intraspecifica in questo gruppo che necessita di una revisione sistematica, ma questa ricerca implica la disponibilità di abbondante materiale proveniente da aree vastissime e da ospiti di gruppi zoologici diversi.

Infatti, la *Pennella crassicornis* è stata descritta da STEENSTRUP e LÜTKEN nel 1861, su individui reperiti nell'Atlantico boreale su *Hyperoodon rostratus* Müll., successivamente segnalata in Atlantico e Mediterraneo da numerosi AA. su *Mola mola* (L.), *Naucrates ductor* L., *Xiphias gladius* L., *Prodelphinus euphrosyne* True e recentemente anche su *Balaenoptera musculus* (L.) (LEIGH-SHARPE, 1928) e *B. physalus* (L.) (OORDE DE LINT (VAN) et SCHUURMANS STEKHOVEN, 1936), su *Ziphius cavirostris* G. Cuv. (MONOD, 1938; DELAMARE-DEBOUTTEVILLE e NUNES-RUIVO, 1954).

In Mediterraneo è stata segnalata per la prima volta da HELLER (1865) senza citazione dell'ospite; VALLE (1880) rammenta due esemplari catturati in Adriatico, uno fisso alla base della pinna anale di un *Naucrates ductor* L. e l'altro impiantato nella regione genitale di *Xiphias gladius* L.; BRIAN (1906) riferisce che Damiani riscontrò parecchi esemplari di questa specie nella cute del *Prodelphinus euphrosyne* True catturato a Portoferraio il 31 luglio 1902. MONOD (1938) segnalò, a suo parere per la prima volta, la presenza di questa specie su uno *Ziphius* cf. *cavirostris* G. Cuv. (sic) delle acque algerine. La nostra segnalazione è la prima per il Mar Ligure.

Di *P. filosa* il BRIAN (1906) dice che « la porzione di collo è lunga in sommo grado »: dai rapporti meristici riferiti da tale A. il « collo » risulta una volta e mezzo circa più lungo dell'addome posteriore mentre in *P. crassicornis*, come si disse, le due porzioni sono di lunghezza simile. Inoltre *P. filosa* non è stata ancora segnalata su *Ziphius cavirostris* (YAMAGUTI, 1963).

Gli animali che ospitano forme del genere *Pennella* sono per lo più Pesci ossei marini, Mammiferi acquatici ed Invertebrati, quali Cefalopodi (DOLLFUS, 1958). Parassitando gruppi sistematicamente e biologicamente tanto lontani tra loro, le Pennelle manifestano una distribuzione parassitaria (sensu MAYR, 1957) notevolmente ampia, in special modo la forma in questione, la *P. filosa* L. e la *P. varians* Steenstrup et Lütken.

E' altresì noto (BRIAN, 1906; BAER, 1952; NOBLE, 1964) che le Pennelle possono a loro volta essere parassitate da altri animali, ad es. *Conchoderma auritum* (L.) il quale è stato anche trovato direttamente fissato sui denti di forme dei generi *Ziphius*, *Physeter*, *Hyperoodon*, o sui fanoni di forme del genere *Balaenoptera* o sulla pelle di forme dei generi *Balaenoptera* e *Megaptera* etc. (cfr. bibliografia in MONOD, 1938 a).

La fam. *Pennellidae* è inclusa da YAMAGUTI (1963) nei *Lernaeoidea* Dana, ossia fra i più modificati dei *Caligidea* Stebbing: talune specie del gruppo, descritte sin dal tempo di Linneo, sono state assegnate ora ai Molluschi (Cuvier), ora agli Anellidi (Lamarck), ed alfine, soltanto attraverso la scoperta del ciclo biologico, ai Crostacei (NORDMANN (VAN), 1832).

BAER (1952) osserva come lo spiccato adattamento di taluni gruppi di Copepodi al parassitismo abbia tanto influenzato il loro ciclo vitale da rendere precipuamente breve la durata degli stadi larvali liberi: in base ai cicli biologici egli li suddivide in sei categorie, graduate verso la quasi totale scomparsa di questi stadi. Nella cat. V, annoverante le Pennelle, dall'uovo si ha un *metanauplius* nell'ultima fase di sviluppo che conduce vita libera mentre già nel successivo stadio (copepodiforme), la larva si fissa sul 1° ospite (ad es., in *Pennella*, un pesce osseo oppure un cefalopodo). Nell'ultima fase dello stadio copepodiforme la larva abbandona l'ospite temporaneo e diventa nuovamente libera; alfine, l'adulto raggiunge l'ospite definitivo, di gruppo e di specie eguale al primo o diversa. La fecondazione avviene quando gli individui di ambedue i sessi sono liberi e di forma più o meno eguale. Successivamente la ♀ si fissa al suo ospite definitivo e va incontro ai fenomeni degenerativi (CLAUS, 1868). Essi consisterebbero in un aumento di mole (nelle Pennelle sino a 30 cm di lunghezza) (COLOSI, 1956; DOGIEL, 1964), in una riduzione della segmentazione del corpo, in una atrofia o degenerazione delle zampe natatorie, ed in una esaltazione dell'apparato sessuale. Il ♂ dei *Lernaeoidea* ha una morfologia più normale, non si approfonda nei tessuti dell'ospite né vi si fissa e sinora non è stato osservato sulla ♀ adulta o sullo stesso individuo ospite (YAMAGUTI, 1963).

Le ♀♀ invece approfondano il capo nei tessuti raggiungendo qualche vaso sanguigno o cavità del corpo dell'ospite, ancorandosi mediante le formazioni cefaliche; in casi estremi, come in *Pennella* Oken e *Peroderma* Heller, il parassita si approfonda talmente che solo i tubi ovigeri e le appendici caudali a funzione respiratoria sporgono esternamente al tegumento dell'ospite (YAMAGUTI, 1963). Quest'ultimo reagisce avvolgendo il parassita in una cisti che raggiunge talvolta dimensioni notevoli e permane a lungo nei suoi tessuti anche successivamente alla morte del parassita.

Riassunto

Gli AA. descrivono una ♀ adulta di *Pennella crassicornis* Steenstrup et Lütken parassita di uno *Ziphius cavirostris* G. Cuv. spiaggiato a Finale Ligure (Savona) nel Nov. 1963. Riportano inoltre osservazioni sugli spiaggiamenti di diversi *Ziphius* sulla Riviera di Ponente nel Novembre 1963.

Summary

The Authors describe an adult ♀ specimen of *Pennella crassicornis* Steenstrup et Lütken parasite of a *Ziphius cavirostris* G. Cuv. stranded on the beach of Finale Ligure (Savona), Nov. 1963.

OPERE CITATE

BAER J. G., 1952 - Ecology of animal parasites. *Univ. Illinois Press*, Urbana, 244 pp., 162 figg.

BRIAN A., 1906 - Copepodi parassiti dei pesci d'Italia. *R. Ist. Sordomuti*, Genova, 187 pp., 21 tavv. f.t.

BRIAN A., 1912 - Copépodes parasites des Poissons et des Échinides provenant des campagnes scientifiques de S.A.S. le Prince Albert Ier de Monaco (1886-1910). *Rés. Campagnes Scientifiques Albert Ier, Imprimerie de Monaco*, Monaco, fasc. 38, 58 pp., 12 tavv. f.t.

CLAUS C., 1868 - Ueber die Metamorphose und systhematische Stellung der Lernaeen. *Schr. Ges. Beförd Gesamt. Naturwiss.* (2), Suppl. Heft, 5-13 (citato da YAMAGUTI).

CALDERARA A., 1965 - Oceanografia. *Enciel. popoli Europa, Confalonieri*, Milano, 1, pp. 81-103 con numerose figure.

COLOSI G., 1956 - Zoologia e Biologia generale. *U.T.E.T.*, Torino, 2, XI pp. e pp. 877-1793, figg. 725-1429, 2 tavv. f.t.

DELAMARE-DE BOUTTEVILLE C. et NUNES-RUIVO L., 1954 - Copépodes parasites des poissons méditerranéens. *Vie et Milieu*, Banyuls-sur-Mer, 4 (2), pp. 203-218.

DOGIEL V. A., 1964 - General Parasitology. *Oliver & Boyd*, Edinburgh, 516 pp., 228 figg.

DOLLFUS R. Ph., 1958 - Copépodes, Isopodes et Helminthes parasites de Céphalopodes de la Méditerranée et de l'Atlantique Européen. *Faune marine des Pyrénées-Orientales*, Banyuls-sur-Mer, I (2), pp. 61-72.

FIELDS W. G., 1965 - The Structure, Development, Food Relations, Reproduction, and Life History of the Squid *Loligo opalescens* Berry. *Fish Bulletin Department Fish Game State California*, Terminal Island, N° 131, 107 pp., 59 figg., 14 tabb.

HELLER C., 1865 - Reise der Osterreichischen Fregatte NOVARA in den Jahren 1857, 1858 und 1859. *Zoologische Teil*, Wien, II, Pt. 3 (Non vedemmo).

LEIGH-SHARPE W. H., 1928 - The genus *Pennella* (Copepoda)as represented by the collection in the British Museum. *Parasitology*, Cambridge, 20, 1, pp. 79-89.

MAYR E., 1957 - Evolutionary aspects of host specificity among parasites of vertebrates. Premier Symposium sur la spécificité parasitaire des parasites de Vertébrés. *Inst. Zool. Univ. Neuchatel*, Neuchatel, pp. 7-14.

MONOD T., 1938 a - *Conchoderma auritum* (L. 1767) Olfers 1814 sur un *Ziphius* cf. *cavirostris*? G. Cuv. 1823. *Rev. Trav. Stat. Aquic. Pêche Castiglione*, Alger, pp. 207-210, 2 figg.

MONOD T., 1938 b - Sur un copepode parasite d'un *Ziphius* cf. *cavirostris*? G. Cuvier 1823. *Rev. Trav. Stat. Aquic. Pêche Castiglione*, Alger, pp. 213-216, 1 fig.

NOBLE E. R. et NOBLE G. A., 1964 - Parasitology. The Biology of Animal Parasites. *Kimpton*, London, II Edition, 724 pp., 381 figg., 3 tavv. f.t.

NORDMANN (VAN) A., 1832 - Mikrographische Beiträge zur Naturgeschichte der wirbellose Tiere, Berlin, II Heft (Non vedemmo).

OORDE DE LINT (VAN) G. M. et SCHUURMANS STEKHOVEN jr., 1936 - *Copepoda parasitica. Die Tierwelt der Nord-und Ostsee*, 31 (Non vedemmo).

STEENSTRUP J. J. S. et LÜTKEN C. F., 1861 - Bidrag till Kundskab om det aabne Havs Snyltekrebs og Lernaeer etc. *Kongelige Danske Videnskebernes Selskabe Skrifter, 5 te Raekke, Naturhistorisk og Mathematisk Afdeling*, Kjöbenhavn, 5, pp. 341-432, 15 tavv.

TORTONESE E., 1957 - Il cetaceo odontocete *Ziphius cavirostris* G. Cuv. nel Golfo di Genova. *Doriana*, Genova, n. 71, 7 pp., 2 figg.

TORTONESE E., 1963 - Matériaux pour l'étude des Cétacés méditerranéens d'après les collections des Musées de Gênes et de Turin. *Rapp. Procès-verbaux C.I.E.S.M.M.*, Paris, 17 (2), pp. 383-386.

TORTONESE E., 1965 - Pesci e Cetacei del Mar Ligure. *Edit. Bozzi*, Genova, 216 pp., 150 dis., 4 fotogr., 4 tavv. f.t.

VALLE A., 1880 - Crostacei parassiti dei pesci del mare Adriatico. *Boll. Soc. Adriatica Sc. Nat.*, Trieste, 6, pp. 55-90, 1 tab.

YAMAGUTI S., 1963 - Parasitic Copepoda and Branchiura of Fishes. *Interscience Publishers*, New York, pp. 1104, 333 tavv. n. t.

Luciano Novelli

STUDIO PETROGRAFICO DI ALCUNE SERPENTINITI AFFIORANTI NEI DINTORNI DI VARSI (Parma) (*)

Introduzione

Nel corso del rilevamento geo-petrografico del F° 84 (Pontremoli) della Carta d' Italia, eseguito dall'AGIP Direzione Mineraria, sono stati rinvenuti diversi affioramenti di rocce ofiolitiche, in special modo serpentinitiche, in parte già segnalati nella Carta Geologica d' Italia (8) ma non ancora oggetto di un esame petrografico di dettaglio. Questa nota, perciò, si propone di apportare un ulteriore contributo, sia attraverso l' indagine microscopica che mediante nuove analisi chimiche, allo studio sistematico delle ofioliti appenniniche, specie dell'Appennino Ligure-Emiliano, attualmente in atto da parte di vari Autori.

Cenni geo-litologici [1]

Gli affioramenti di rocce serpentinitiche presi in esame sono situati nelle tavolette « Bardi » (F° 84 I NO) e « Varsi » (F° 84 I NE) ed esattamente nella zona delimitata, a Nord, dal T. Ceno, ad Ovest ed a Sud dal R. Timore (affluente destro del T. Ceno) e, ad Est, dalla placca calcareo-arenacea del M. Dosso (v. fig. 1).

Quest'ultima, che si presenta come una monoclinale rovesciata con immersione verso SO, è costituita da alternanze litologicamente ben differenziate di:

(*) Lavoro eseguito presso i Laboratori del Servizio Geochimico dell' AGIP, Direzione Mineraria, diretti dal Dr. Giordano Long.

(1) Desidero ringraziare il Dr. G. Della Casa per la preziosa collaborazione nella stesura di questo paragrafo.

— banchi gradati dello spessore di 7-8 m, formati alla base da calcareniti grigiastre e, al tetto, da marne grigiastre;
— arenarie grigie, compatte, a cemento calcareo ed a grana finissima, in strati di 20-50 cm;
— argilla verdastra o rossastra spesso fogliettata e talora in strati variabili da 30 cm ad 1 m.

Il complesso prevalentemente argilloso sul quale «galleggiano» le masse serpentinitiche, mostra un assetto estremamente caotico e risulta costituito da un'abbondante matrice argillosa inglobante frammenti di calcari grigio-scuri, di arenarie calcaree grigiastre e di rocce ofiolitiche.

Le serpentiniti appaiono ben riconoscibili anche ad una certa distanza sia per la tinta più scura che per la loro morfologia relativamente più aspra rispetto a quella dolce, collinare, della coltre argillosa circostante. Esse hanno una colorazione d' insieme generalmente verde-scura e sono interessate da spalmature e sottili filoni di talco verde chiaro. Si presentano, in genere, intensamente fratturate e, laddove le sollecitazioni dinamiche hanno agito più efficacemente, assumono l'aspetto di una vera e propria breccia monogenica ad elementi di dimensioni variabili ed a cemento argilloso e serpentinoso finemente cataclastico; tale fratturazione ha facilitato altresì il formarsi di un'estesa coltre detritica ben osservabile specie sul fianco destro del R. Timore ed occupante gran parte dell'area compresa tra l'allineamento C. Magnanini - C. Lamberti ed il T. Ceno. Al contatto con le formazioni sedimentarie non sono stati osservati fenomeni di metamorfismo di contatto.

Serpentiniti

Rappresentano il tipo litologico più diffuso e, solo localmente, segnano passaggi graduali a varietà lherzolitiche e con noduli pirossenici, dalle quali sono difficilmente distinguibili sul terreno se non dopo un attento esame. Hanno una colorazione verdastra più o meno intensa, spesso molto scura, e sono caratterizzate dalla presenza di numerose lamelle bastitiche a lucentezza sub-metallica, particolarmente evidenti a luce riflessa, che impartiscono all' insieme un aspetto vagamente porfirico. Spesso, sulla superficie generalmente molto liscia della roccia, si osservano patine cloritiche

e talcose di colore verde chiaro o verde azzurrognolo e, come riempimento di litoclasi, prodotti carbonatici e serpentinosi, talora associati a sostanze argillose di tipo caolinitico.

All'esame microscopico mostrano la tipica struttura a nastri antigoritici od a maglie, determinata quest' ultima dall' intersezione di un secondo sistema di fibre a minor spessore, esse pure di natura antigoritica; l' interno delle maglie è occupato ancora da plaghette serpentinose spesso torbidicce ed in pseudomorfosi completa su originari individui olivinici dei quali è ancora riconoscibile il contorno. Notevolmente uniforme ne è la composizione mineralogica sia per quanto riguarda la natura dei componenti che il loro valore modale; in ordine di frequenza decrescente ricorderemo, innanzi tutto, i minerali cloritici, che rappresentano la quasi totalità, quindi frequenti cristalli di picotite, ben visibili anche macroscopicamente sotto forma di minute punteggiature scure, granulazioni di ossidi di ferro e rari microliti di pirosseni monoclini.

L' antigorite mostra debole rilievo, bassi colori d' interferenza e pleocroismo appena accennato, variabile da un giallo molto chiaro ad un giallo verdolino; ha un abito per lo più allungato con estinzione parallela alla direzione di maggiore allungamento. La si ritrova spesso associata al crisotilo come riempimento di microfratture di cui cementa generalmente le salbande od all' interno anche delle stesse maglie dove presenta un pleocroismo relativamente più marcato. Non di rado si osservano trasfomazioni di antigorite in minute lamelle talcose iridescenti, meno spesso neoformazioni di minuti aciculi anfibolici a carattere nefritico, fittamente intrecciati e ad abito fascicolare.

La bastite si presenta come il prodotto della trasformazione più o meno completa di originari individui pirossenici, presumibilmente di tipo enstatico, dei quali conserva il contorno e, spesso, le tracce di sfaldatura prismatica; si può osservare come tale trasformazione proceda generalmente dalle linee di frattura per estendersi a mano a mano a tutto il cristallo. Per lo più è incolora e, quando si mostra debolmente pleocroica, conserva lo stesso pleocroismo già osservato nell'antigorite. Spesso si rinviene in lamine deformate o cataclastiche.

Il crisotilo presenta basso rilievo ed è perfettamente incolore a nicols paralleli; in genere è sotto forma di sottili vene in cui le fibre sono disposte perpendicolarmente ai lati.

Piuttosto rara la pennina che si rinviene in minuti aggregati lamellari a bassissimi colori d' interferenza anomali, sui toni di un bleu molto intenso.

La picotite si trova disseminata irregolarmente un po' per tutta la roccia; ha un abito molto irregolare, frastagliato ed a nicols paralleli presenta una colorazione bruna o brunogiallastra

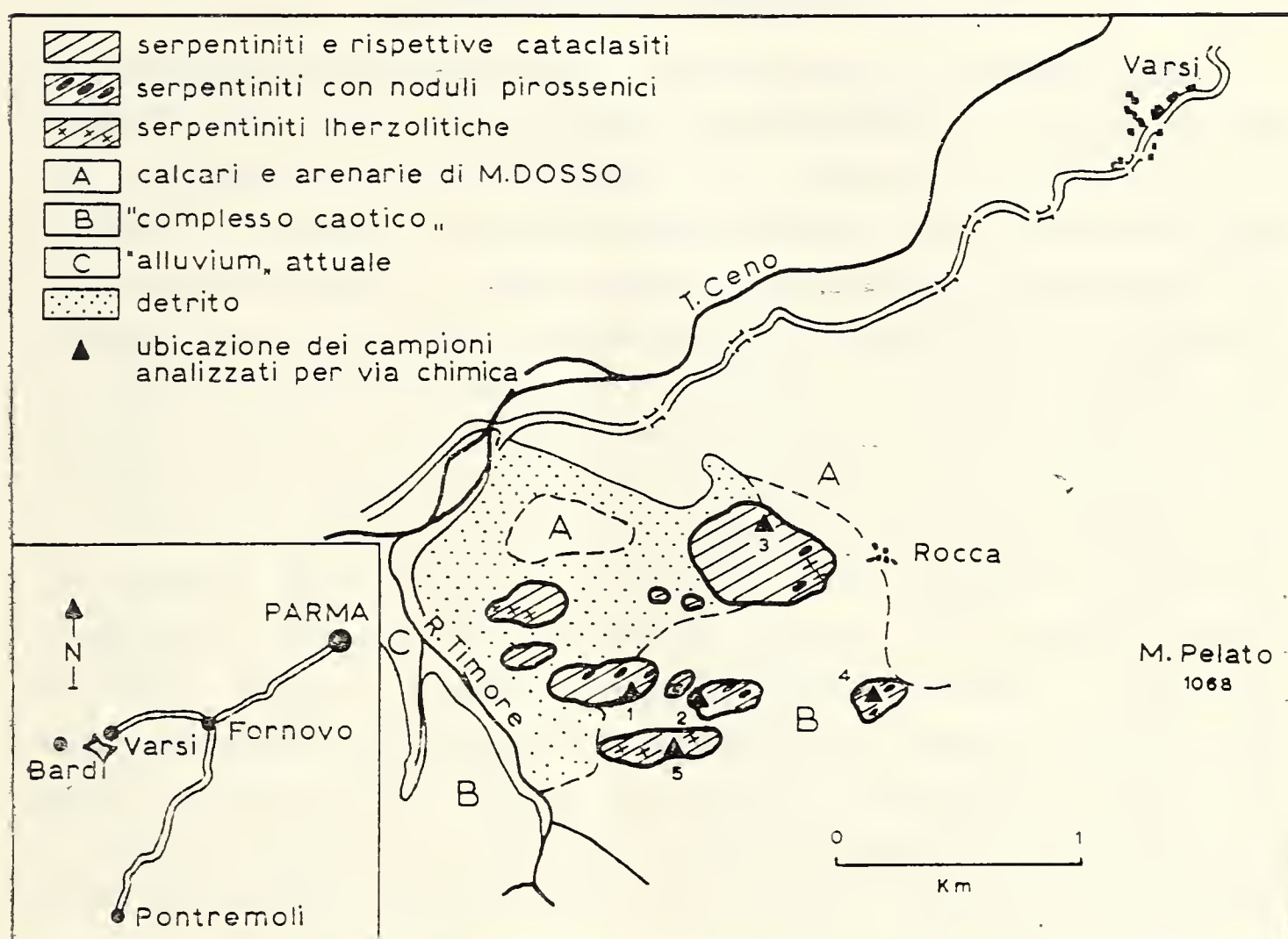



Fig. 1. — Distribuzione degli affioramenti serpentinitici nella zona esaminata.

di varia intensità, generalmente molto scura alla periferia del cristallo o lungo le linee di frattura. Molto spesso, a circondare gli individui di forma più irregolare e di minori dimensioni, si osserva un'aureola di aspetto criptocristallino o monorifrangente, con rilievo inferiore alla massa di fondo, che risulta costituita da serpofite (v. Tav. I, fig. 1).

La magnetite, derivante per gran parte dalla parziale ossidazione del ferro bivalente contenuto nell'olivina, si rinviene in microgranulazioni ad andamento irregolare e di aspetto pulverulento,

addensate di preferenza lungo le fratture delle maglie antigoritiche ad accentarne il motivo strutturale. In un campione è stata rilevata la presenza di un piccolo filoncello di lizardite in aggregati microlamellari sferulitici (v. Tav. I, fig. 2) sul quale sono state eseguite delle analisi roentgenografiche, come riportato nella tabella 1.

Serpentiniti lherzolitiche

Oltre che dal punto di vista mineralogico le serpentiniti di tipo lherzolitico si differenziano dalle serpentiniti vere e proprie, cui si ritrovano associate con modalità del tutto irregolare, per alcune caratteristiche macroscopiche diverse. L'aspetto loro più distintivo, anche se non sempre riscontrabile, è forse costituito dalla presenza di liste irregolari grigio chiare, generalmente alternantisi con altre più scure, che spiccano nella massa di fondo verdastra, di natura serpentinosa. Tali zonature sono formate, rispettivamente, da concentrazioni pirosseniche nella maggior parte cataclastiche e da microgranulazioni di olivina associata ad ossidi di ferro o ad individui di picotite. Sono abbastanza compatte e di aspetto granulare, mentre alla rottura presentano fratturazione scheggiosa. All'esame in sezione sottile mostrano ancora la tipica struttura serpentinosa a nastri od a maglie antigoritiche, includente numerosi individui pirossenici di tipo sia rombico che monoclino, relitti di olivina ancora fresca, cristalli di picotite e microgranulazioni di ossidi di ferro, questi ultimi con le stesse caratteristiche già osservate nelle serpentiniti tipiche.

Il pirosseno monoclino si rinviene in individui generalmente di piccole dimensioni, riuniti, nella maggior parte dei casi, in addensamenti lenticolari o, meno di frequente, associati a fenocristalli enstatitici in concrescimento parallelo. Nella gran parte dei casi è attraversato da minute fratture ad andamento vario ed irregolare, nelle quali prende posto e si sviluppa l'alterazione bastitica [2]. Mostra colori d'interferenza elevati e netta sfaldatura prismatica {110} che, solo in pochissimi esempi, si ritrova associata a quella secondo {110} tipica del diallagio; su alcune sezioni (010)

---

[2] E' presente una trasformazione marginale in un anfibolo bruno di tipo orneblendico, probabilmente connessa a fenomeni dinamici.

sono state eseguite misure del c: γ che hanno dato un valore di estinzione massimo corrispondente a 42°. Questi caratteri lo fanno ritenere un termine augitico, molto prossimo al diallagio.

TABELLA 1

Diffrattogramma di polvere. Camera 114, 59 mm, radiazione Cukα filtrata. Intensità relative stimate visualmente.

Campione esaminato		Lizardite		
d(Å)	I_r	d(Å)	I_r	hkl
7.30	10	7.36	10	002
4.56	6	4.62	7	020
3.84	3	3.89	2	022
3.64	8	3.64	10	004
2.69	5	2.65	4	130
2.480	9	2.495	8	202
2.302	1	2.299	2	040
2.148	4	2.148	6	204
n.o.		1.830	2	008
1.788	3	1.794	4	206
1.742	3	1.737	4	310
n.o.		1.695	1	028
1.538	7	1.534	7	060
1.505	6	1.503	6	208
n.o.		1.460	1	0010
1.415	1	1.415	2	064
n.o.		1.328	2	400
1.313	4	1.307	6	402

Alcune riflessioni (marcate n.o.) non sono state rilevate nel campione in esame.

E' stata esclusa la presenza di un orto-serpentino a sei strati data l'assenza di numerose riflessioni della serie 02l con l = 0, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15.

Il pirosseno rombico si presenta generalmente in cristalli cataclastici ed a contorno irregolare, di dimensioni non di rado superiori al cm nella direzione di maggiore sviluppo; spesso è alterato in prodotti cloritici di natura antigoritica (bastite) che solo in rari casi conducono alla pseudomorfosi completa. Sono visibili concrescimenti lamellari fittamente alternati con il pirosseno monoclino, ben evidente quest'ultimo per i più alti colori di interferenza e per la diversa estinzione. Ha netta sfaldatura {110}, è perfettamente incoloro ed otticamente positivo con un 2V abbastanza elevato; trattasi perciò di un termine enstatitico assai povero in FeO.

L'olivina è presente in microgranulazioni isolate dalla alterazione serpentinosa, Risulta perfettamente incolora e con alti colori d' interferenza; spesso è associata a minute punteggiature scure di ossidi di ferro miste ad aggregati di magnetite secondaria, allineati lungo microfratture a guisa di esili cordoni ad andamento del tutto vario ed irregolare. All'esame conoscopico il minerale rivela un 2V elevato, prossimo a 90° e quindi una composizione essenzialmente forsteritica, assai povera di Fe_2SiO_4 .

Serpentiniti con noduli pirossenici

Presentano caratteristiche macroscopiche in tutto analoghe alle serpentiniti lherzolitiche, dalle quali si differenziano solo all'esame in sezione sottile per una maggiore quantità del pirosseno monoclino, per l'assenza quasi totale degli individui olivinici, completamente serpentinizzati e per la scarsità di pirosseni enstatitici ancora freschi. Il pirosseno monoclino che, dopo le cloriti, è ancora il costituente mineralogico più diffuso, si trova in microgranulazioni lenticolari e filoniane (v. Tav. I, fig. 3) simili a quelle già osservate per le serpentiniti lherzolitiche, che sovente si rivelano come il prodotto della cataclasi di un unico grosso individuo. Esso mostra le stesse caratteristiche microscopiche di quello contenuto nelle serpentiniti lherzolitiche e si differenzia soltanto per una diffusa alterazione argilloso-cloritica brunastra, che produce un intorbidimento progressivo estendentesi dal nucleo alla periferia del cristallo, sino a mascherarlo completamente come si osserva in qualche caso.

Il chimismo e considerazioni conclusive

Nella tabella n. 2 sono riportati i dati di n. 5 analisi chimiche eseguite su altrettanti campioni scelti tra i più rappresentativi; tra questi, tre sono stati raccolti tra le serpentiniti tipiche (campione n. 1, 2, 3), uno tra le serpentiniti con noduli pirossenici (campione n. 4), l'altro tra le serpentiniti lherzolitiche (campione n. 5), in accordo alla loro distribuzione areale.

TABELLA 2

	1	2	3	4	5
SiO_2	39,25	39,10	38,79	40,76	42,21
Al_2O_3	3,81	2,27	2,75	8,42	3,26
Fe_2O_3	4,97	6,04	4,58	2,78	2,72
FeO	2,33	1,78	2,63	4,54	4,51
MnO	0,05	0,10	0,10	0,12	0,09
MgO	34,44	37,11	35,82	29,28	34,68
CaO	0,10	0,15	0,10	4,06	2,39
Na_2O	0,23	0,07	0,20	0,17	0,20
K_2O	ass.	ass.	ass.	ass.	tracce
TiO_2	0,47	0,25	0,34	0,70	0,34
P_2O_5	0,03	0,03	0,04	0,08	0,07
H_2O^+	13,26	12,62	13,93	9,23	8,82
H_2O^-	0,64	0,17	0,54	0,25	0,51
CO_2	tr.	0,10	tr.	0,10	0,39
SO_3	tr.	ass.	tr.	tr.	tr.

Nella tabella n. 3 vengono elencati i parametri magmatici secondo Niggli e nella tabella n. 4 la « molecola base » dei singoli campioni esaminati.

TABELLA 3

	1	2	3	4	5
si	65,82	62,14	63,66	69,05	68,54
		61,84		68,16	67,88
al	3,78	2,10	2,66	8,39	3,12
		2,09		8,37	3,09
fm	95,66	97,70	96,84	83,98	93,28
		97,52		83,81	92,47
c	0,21	0,10	0,20	7,12	3,31
		0,29		7,30	4,15
alc	0,35	0,10	0,30	0,51	0,29
		0,10		0,51	0,29
mg	0,90	0,90	0,90	0,87	0,89
		0,90		0,87	0,89
c/fm	0,002	0,001	0,002	0,08	0,03
		0,002		0,08	0,04
qz	— 36,40	— 38,26	— 37,54	— 32,99	— 32,62
		— 38,66		— 33,88	— 33,28
k	0	0	0	0	0
		0		0	0

Nota - Nella prima fila i parametri magmatici sono stati calcolati togliendo il Ca combinato nelle molecole carbonatiche; nella seconda fila gli stessi sono stati ricalcolati senza effettuare tale sottrazione.

Dal confronto dei dati delle analisi chimiche e dei parametri magmatici risulta evidente, come caratteristica principale e comune delle rocce in studio, la povertà in silice (grado di saturazione qz negativo e variabile da — 32,62 a — 38,26), in alcali (alc $<$ 1/2 al), in calcio (c $<$ 15) e la loro stretta analogia per quanto riguarda la posizione nella sistematica dei tipi magmatici

proposta dal Niggli, appartenendo tutte ad un magma ortoaugitico-peridotitico di tipo peridotitico della serie alcalicalcica.

TABELLA 4

	1	2	3	4	5
Cp	0,05	0,06	0,07	0,14	0,12
Ru	0,34	0,17	0,24	0,51	0,23
Sp	5,78	3,58	4,02	1,96	
Cc		0,23		0,23	1,01
Ne	1,24	0,35	1,06	0,86	1,01
Cal	0,24	0,07	0,22	11,68	4,87
Cs					0,31
Fs	5,41	6,60	5,05	2,99	2,85
Fo	72,85	78,10	76,55	60,93	72,14
Fa	2,95	2,26	3,36	5,54	5,37
Q	11,14	8,58	9,43	15,16	12,09
L	1,48	0,42	1,28	12,54	5,88
M	81,21	86,96	84,96	69,46	80,67
access.	6,17	4,04	4,33	2,84	1,36
π	0,16	0,16	0,17	0,92	0,82
γ	0	0	0	0	0,003
μ	0,89	0,89	0,90	0,87	0,89

Il carattere spiccamente basico dei campioni analizzati viene posto ancora in evidenza dal diagramma triangolare di orientazione QLM di fig. 2; in esso, infatti, si può osservare come i punti rappresentativi degli stessi siano spostati sensibilmente verso il vertice M e compresi nel settore PRM dove cadono complessi debolmente silicatici quali olivine, pirosseni e, subordinatamente, feldspatoidi e feldspati. Le varietà lherzolitiche e, più in particolare le serpentiniti con noduli pirossenici, in dipendenza del loro mag-

giore contenuto in composti leucocrati rispetto alle serpentiniti tipiche, appaiono relativamente più spostate verso il lato LQ.

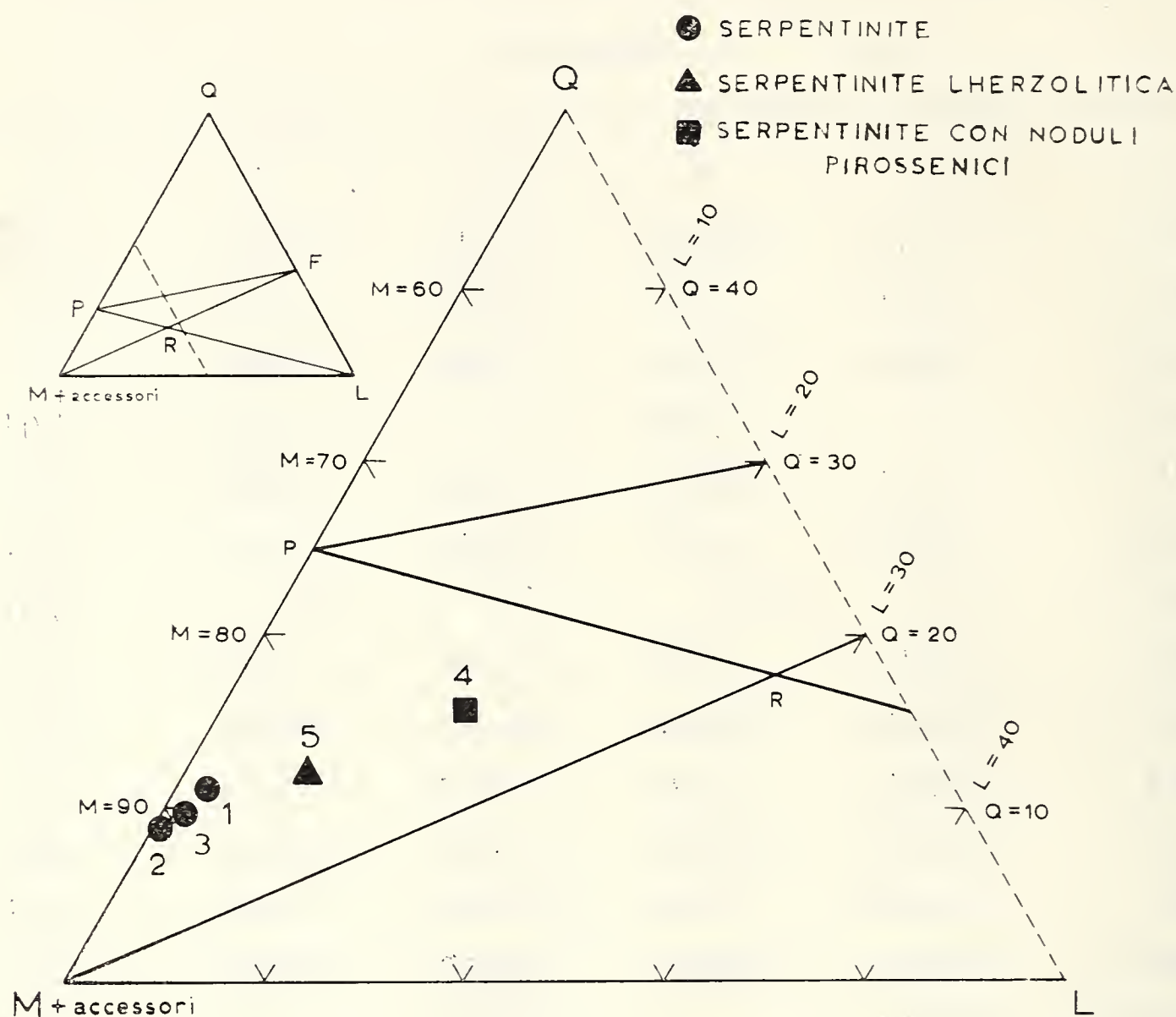



Fig. 2. — Diagramma triangolare QLM.

Il diagramma Mg-Fe-Ca di fig. 3 ci rende conto della uniformità delle rocce in studio: la monotonia del parametro mg, compreso tra 0,87 e 0,90 e di γ, variabile da 0 a 0,003, le fa infatti raggruppare in una zona molto ristretta, situata presso il lato Fe-Mg e spostata verso il vertice Mg del triangolo, facendone risaltare il loro carattere magnesiaco e la povertà in calcio. La variazione del tenore in calcio viene espressa, inoltre, dal parametro π (v. tab. 4), strettamente dipendente, nel nostro caso, dalla quantità dei termini pirossenici monoclini presenti nella roccia. Tale parametro, infatti, aumenta progressivamente man mano che dai tipi francamente serpentinitici, con un valore medio di circa 0,16, si passi alle serpentiniti a carattere lherzolitico, con il valore di 0,82, sino alle

serpentiniti con noduli pirossenici, con il valore massimo di 0,92. E' da osservare, infine, come passando sempre dalle serpentiniti tipiche alle varietà meno alterate, quali le serpentiniti lherzolitiche

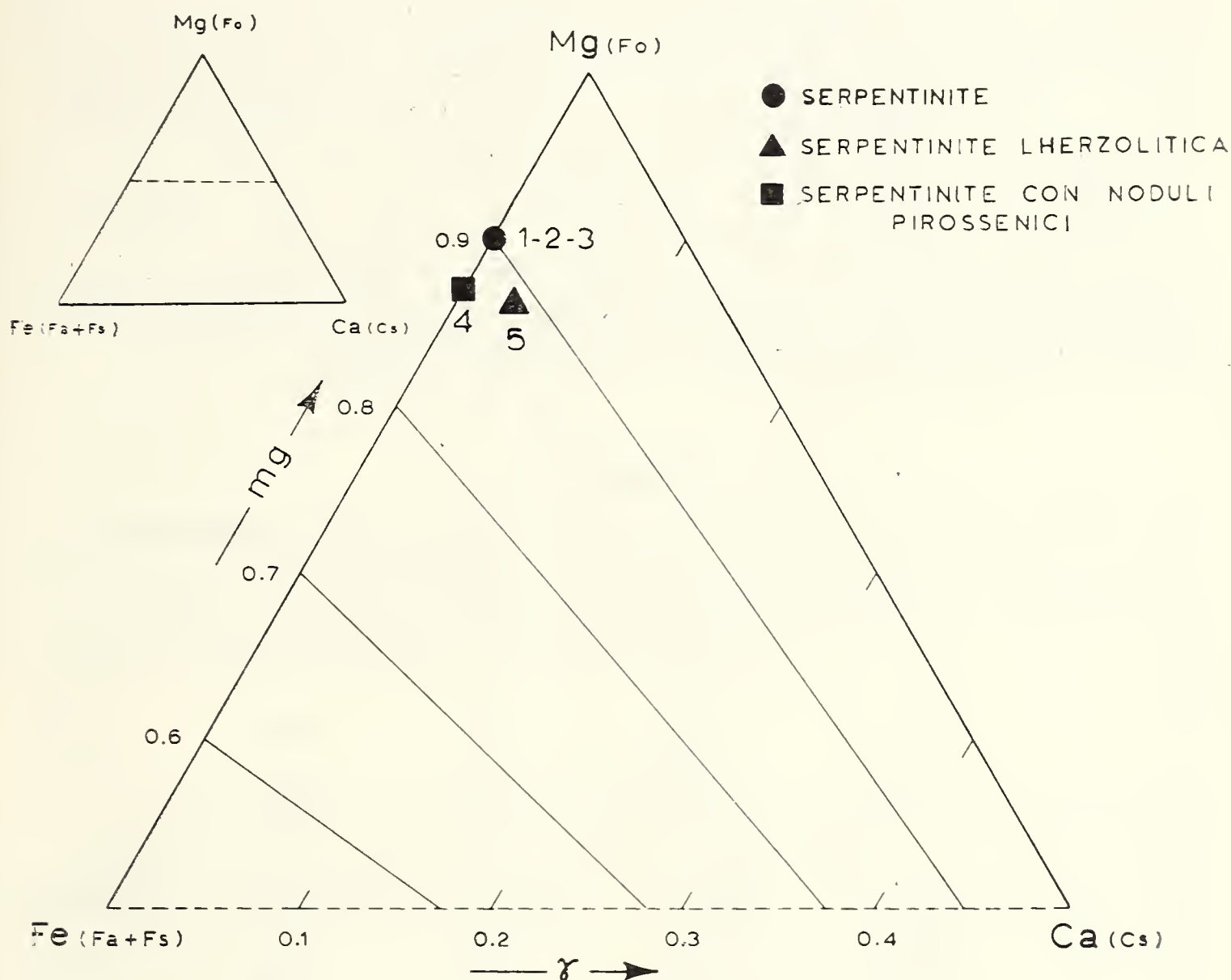



Fig. 3. — Diagramma triangolare Mg - Fe - Ca.

e le serpentiniti con noduli pirossenici, aumenti il rapporto Fe^{2+}/Fe^{3+} in relazione al minore stato di ossidazione di queste ultime, con un valore medio, per le prime, di 0,44 e per le seconde, rispettivamente di 1,64.

Per quanto riguarda la natura della roccia originaria, dalla quale, mediante determinati processi di trasformazione, sarebbero derivati i campioni in studio, gli aspetti petrografici ed i dati chimici insieme ci fanno concludere per una peridotite di tipo lherzolitico segnante passaggi, localmente, verso termini pirossenitici più schietti. Questi ultimi, infatti, sarebbero messi in particolare evidenza dall'analisi chimica del campione n. 4 (v. tab. n. 2), qua-

lora si consideri l'elevato contenuto in Al_2O_3 e in CaO e dalla composizione mineralogica delle serpentiniti con noduli pirossenici, per l'assoluta predominanza del pirosseno monoclino rispetto agli altri costituenti la roccia.

Per meglio comprendere le variazioni composizionali che hanno determinato i vari stadi del processo di « serpentinizzazione », mi è sembrato opportuno avvalermi della « cella standard » proposta da T. F. W. Barth (1). Nella tabella n. 5, infatti, vengono riportate le quantità dei cationi relative alla « cella standard » stessa per le singole rocce analizzate; per mezzo di esse ci si può rendere chiaramente conto dei passaggi ionici che hanno presieduto le trasformazioni dall' un tipo litoide all'altro.

Tabella 5

	1	2	3	4	5
K	—	—	—	—	—
Na	0,37	0,10	0,30	0,27	0,32
Ca	0,10	0,05	0,10	3,68	1,80
Ba	—	—	—	—	—
Mg	43,35	46,93	44,81	38,07	45,66
Mn	0,03	0,05	0,05	0,07	0,05
Fe^{2+}	1,64	1,27	1,85	3,32	3,36
Fe^{3+}	3,17	3,84	2,91	1,82	1,81
Ti	0,29	0,18	0,22	0,47	0,23
Al	3,79	2,27	2,72	8,65	3,39
Si	33,15	33,19	32,57	35,56	37,31
P	0,02	0,02	0,02	0,05	0,04
Σ cat.	85,91	87,90	85,55	91,96	93,97
0	85,32	88,59	82,05	106,30	108,04
(OH)	74,68	71,41	77,95	53,70	51,96
$CaCO_3$		0,24		0,21	0,93

L'autore esprime la sua riconoscenza all' AGIP, Direzione Mineraria, per aver dato il permesso di pubblicare questi risultati ed in maniera particolare al Dr. Giordano Long ed al Dr. Dionisio Storer per l' interesse dimostrato a questa ricerca. Ringrazia il Prof. F. Veniale per i preziosi consigli e per la revisione di questo lavoro ed infine, il Dr. G. L. Morelli per le analisi diffrattometriche ai raggi X.

Riassunto

Vengono esposti i risultati di uno studio petrografico su campioni di rocce serpentinitiche comprese nel Foglio 84 (Pontremoli) della Carta d'Italia.

In base ad osservazioni di carattere mineralogico e chimico se ne mettono in rilievo le singole varietà affioranti.

Abstract

The results of a petrographic study of some serpentinite samples collected in the North Appennines near Pontremoli are shown.

Because of some mineralogical and chemical observations, the peculiarity of each serpentinite group is put in evidence.

Résumé

L'étude pétrographique sur les échantillons de serpentinites appartenants au foglio 84 (Pontremoli) de la Carte d' Italie, met en évidence par des caractères minéralogiques et chimiques les différentes variétés y affleurants.

BIBLIOGRAFIA

(1) Barth T. F. W., 1952 - Theoretical petrology - *John Wiley & Sons Inc.*, New York.

(2) Burri C., Niggli P., 1945 - Die jungen Eruptivgesteine des mediterranen Orogens - *Publ. n. 3 Vulkaninstitut Immanuel Friedlaender*, Zürich.

(3) Galli M., 1963 - Studi petrografici sulla formazione ofiolitica dell'Appennino Ligure - *Periodico di Mineralogia*, Roma, vol. 32, pp. 575-623.

(4) Giammetti F., 1963 - Le serpentine del Monte Prinzera - *Mem. Soc. Geol. It.*, Roma, vol. 4°, pp. 1-14.

(5) Giammetti F., 1964 - Studio petrografico sulle ofioliti di Groppo Maggio e Groppo della Donna (Appennino Parmense) - *L'Ateneo Parmense*, vol. 35, pp. 155-185.

(6) Giuseppetti G., Tadini C., Veniale F., 1963 - Ulteriore ritrovamento della Lizardite in prodotti di alterazione di rocce serpentinitiche (Impruneta - Firenze) - *Rend. Soc. Min. It.*, Milano, vol. 19, pp. 123-138.

(7) Pellizzer R., 1961 - Le ofioliti dell'Appennino Emiliano - *Atti Acc. Sc. Ist. di Bologna, Memorie.*

(8) Sacco F., 1933 - Note illustrative della Carta Geologica d'Italia, F.o 84, Pontremoli - *Pubbl. Servizio Geol. It.*, Roma.

(9) Veniale F., 1962 - Un minerale del gruppo del serpentino con caratteristiche della varietà lizardite a morfologia tubulare (S. Margherita Staffora, Appennino Pavese) - *Periodico di Mineralogia*, Roma, vol. 31, pp. 307-332.

(10) Whittaker E. J. W. and Zussman I., 1956 - The characterization of serpentine minerals by X-ray diffraction - *Min. Mag.* n. 223, vol. 31, pag. 118.

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA I

Fig. 1. — Grosso cristallo di picotite circondato da un bordo (biancastro nella foto) del mineraloide serpofite. (N. || ; 25 x).

Fig. 2. — Filoncello di lizardite in aggregati lamellari sferulitici. Sono visibili, nella parte alta della foto, delle piccole vene di crisotilo di genesi posteriore. (N x; 10 x).

Fig. 3. — Nodulo pirossenico nella serpentinite, costituito da un fitto aggregato granulare di individui cristallini intensamente cataclasati. (N x; 25 x).

Fig. 4. — Cataclasite con elementi subangolosi di serpentinite legati da un cemento opaco di natura argillosa. (N. || ; 15 x).

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

ISTITUTO DI CHIMICA AGRARIA DELL' UNIVERSITÀ DI MILANO
DIRETTORE: PROF. C. ANTONIANI

P. SEQUI e A. MARCHESINI

STUDIO CHIMICO-AGRARIO DEI TERRENI DELL'ALTO NOVARESE

II. DISTRETTO DI IRRIGAZIONE DI CAMERI

Il Distretto di irrigazione di Cameri, attiguo al Distretto di Galliate, già da noi preso in esame nel corso del presente studio (1), è situato nel territorio compreso tra l'alveo del fiume Ticino ed i rilievi collinari che separano i bacini dei fiumi Ticino e Sesia.

L'origine geologica dei terreni è attribuita al Diluvium recente. Una estesa terrazza divide l' intero Distretto di Cameri in direzione Nord-Sud (2).

Nel distretto, dell'estensione di circa 500 ettari, sono predisposti i progetti per l'esecuzione di una rete di irrigazione. La costituzione eminentemente sabbiosa dei terreni limita attualmente la loro capacità di trattenimento dell'acqua e le frequenti siccità estive danneggiano molto spesso alcune colture principali (mais in rotazione) ed intercalari.

Il nostro studio, come in precedenza (1), ha voluto dare particolare rilievo alla caratterizzazione della natura fisico-meccanica e della reazione dei terreni (un prelievo ogni due-tre ettari). La composizione chimica è stata studiata per zone di circa sette ettari ed è stata integrata da una indagine sulla presenza di Azotobacter.

Parte sperimentale.

Sono stati compiuti 220 prelievi. L' intera superficie è stata suddivisa in 70 zone per le analisi chimiche e microbiologiche. Ogni prelievo è rappresentato da un numero progressivo; ogni zona è designata da due lettere.

Riportiamo nella tabella 1 i dati relativi alle colture delle località di prelevamento, alla reazione ed alla costituzione fisico-

meccanica dei terreni. La tabella 2 comprende i dati analitici chimici e microbiologici. Nella tabella 3 sono raggruppati i risultati più significativi relativi alla composizione media dei terreni del Distretto.

I dati relativi al campionamento, alla reazione dei terreni ed alla distribuzione della sostanza organica e degli elementi più importanti sono riportati nelle carte dal n. 1 al n. 6.

Per le modalità sperimentali rimandiamo allo studio precedente (1).

Conclusioni

Abbiamo già espresso nel precedente studio (1) il concetto che i risultati di una indagine chimico-agraria non abbisognano di particolari commenti, essendo la loro funzione prevalentemente applicativa; i dati analitici rappresentano in primo luogo, se non esclusivamente, un valido ausilio per il tecnico. Ci limitiamo quindi ad esprimere alcune considerazioni per i risultati che mostrano una fisionomia anomala o del tutto particolare nei terreni da noi studiati.

Di particolare interesse è la costante presenza in tutti i terreni di piccole quantità di calcare proveniente o da lontane alluvioni del fiume Sesia o da minerali presenti nella matrice costituente i terreni stessi (3). E' noto infatti che i terreni del bacino del fiume Ticino sono prevalentemente calcio carenti.

I dati relativi allo scheletro indicano una forte variabilità da zona a zona. Tale carattere è ancora più accentuato di quanto era già possibile rilevare nel Distretto di Galliate. Le variazioni sono chiaramente riferibili agli spianamenti operati dall'uomo; siamo di fronte infatti a terreni di origine alluvionale con formazioni terrazziane di varia estensione irregolarmente distribuite su tutto il Distretto.

E' rilevabile una diffusa fosfocarenza. Ribadiamo a questo proposito i concetti già espressi da noi e da altri AA. (4) sui vizi del metabolismo fosfatico nel terreno, attribuibili non solo a scarse riserve di anidride fosforica ma anche alla mancanza od alla scarsità di primari mobilizzatori di tale metabolismo, quali le pratiche agronomiche e soprattutto l' irrigazione.

Milano, settembre 1965

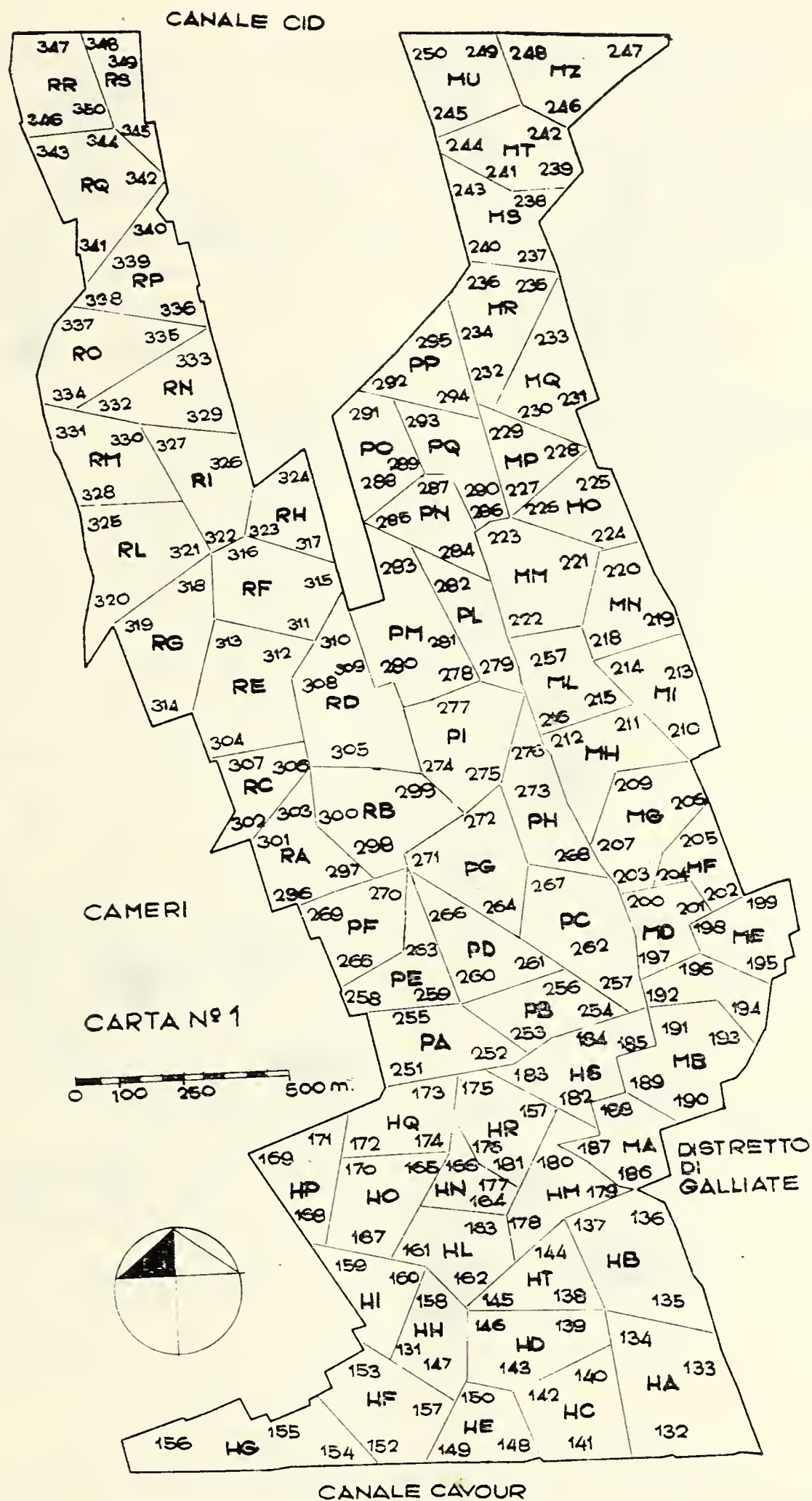



Fig. 1. — Carta n. 1: pianta del distretto di Cameri. La numerazione indica le località di prelievo. I gruppi di lettere designano le zone caratterizzate chimicamente.

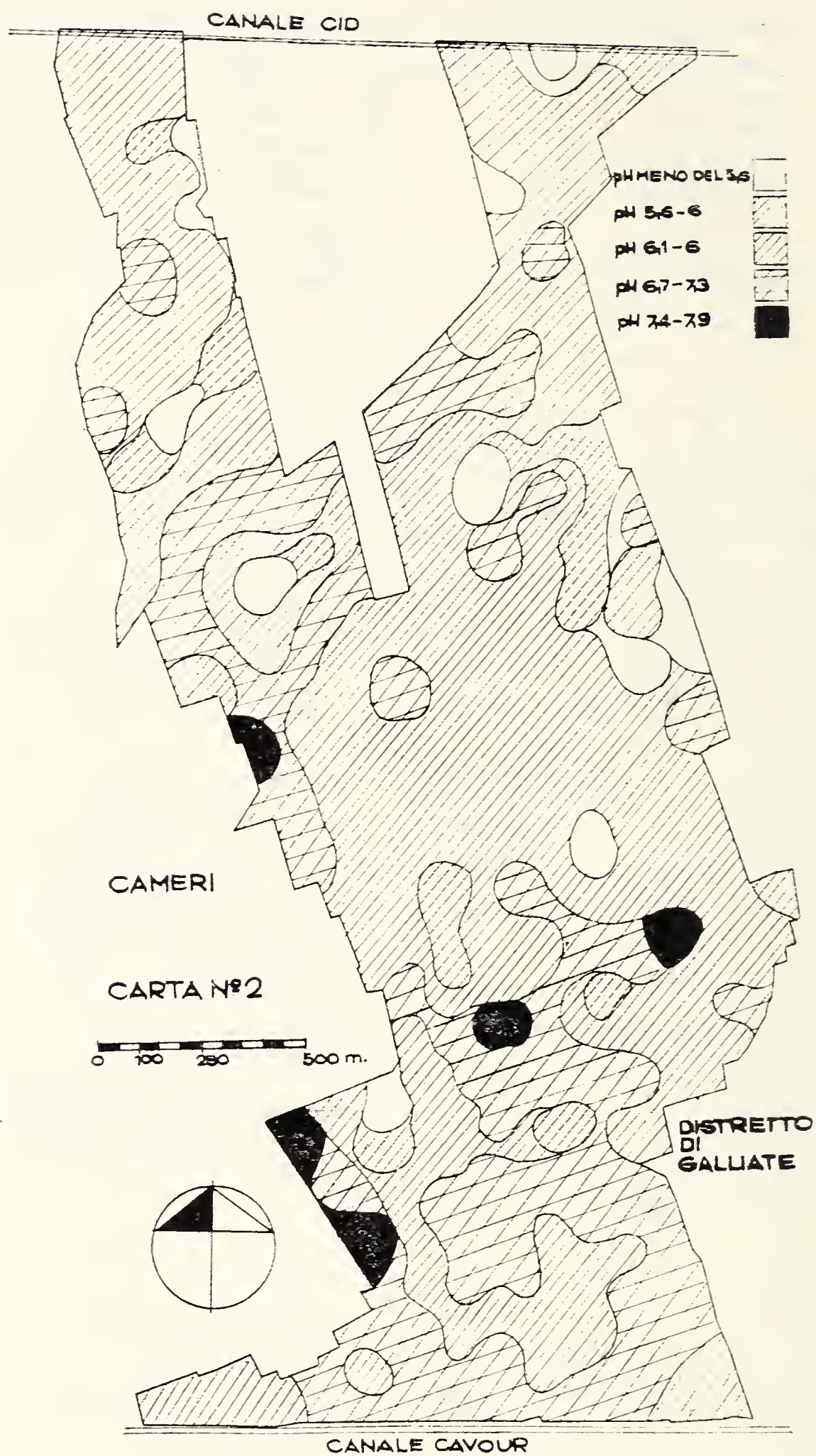



Fig. 2. — Carta n. 2: pianta del distretto di Cameri. Carta acidimetrica.

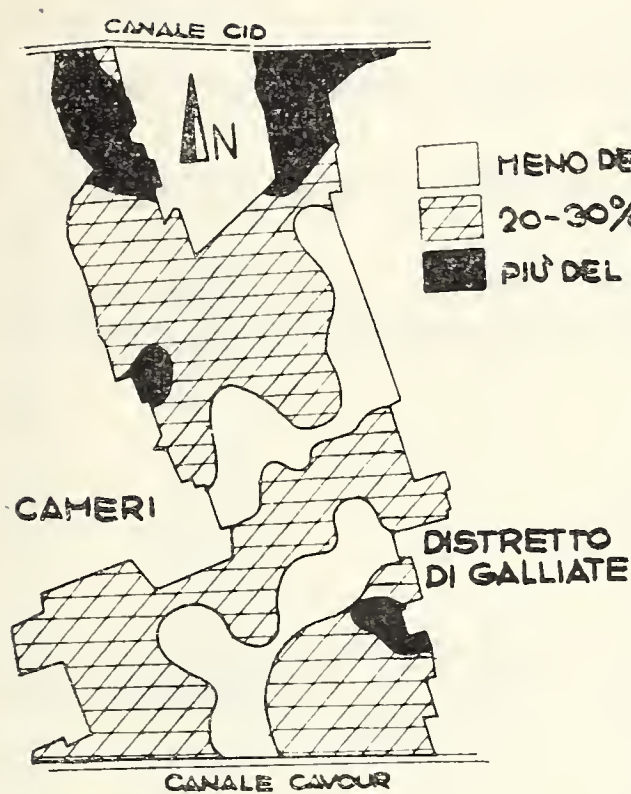
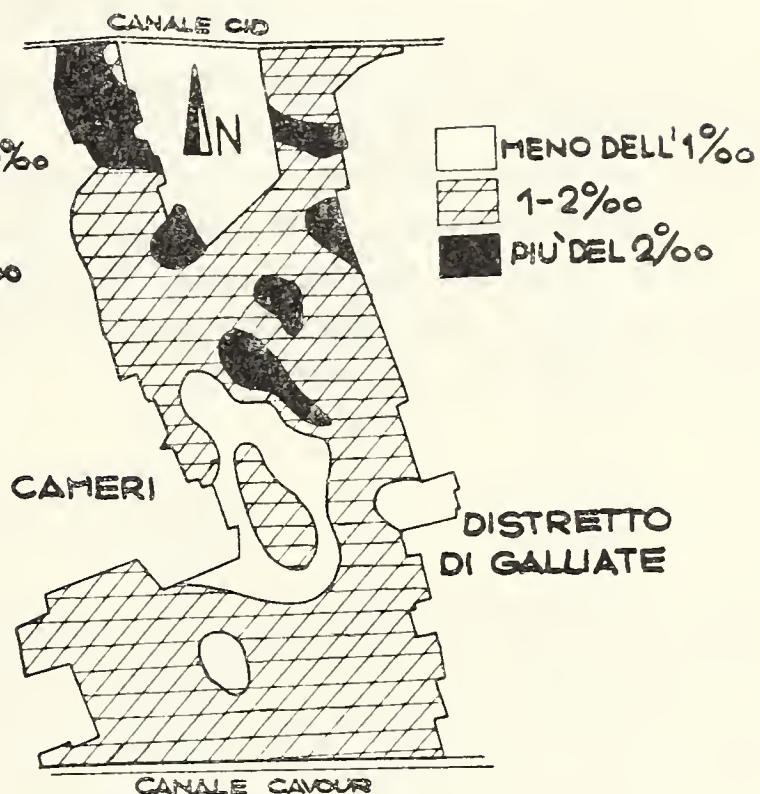
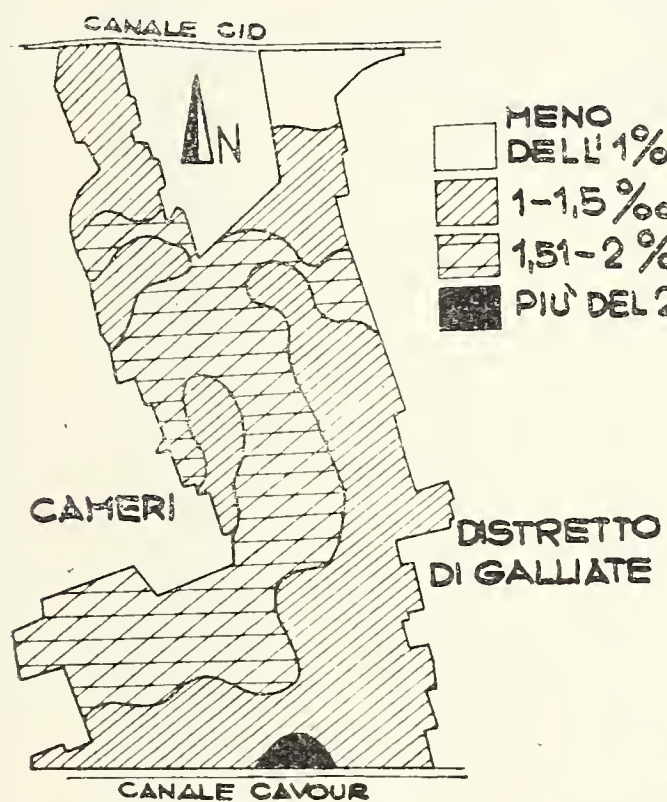
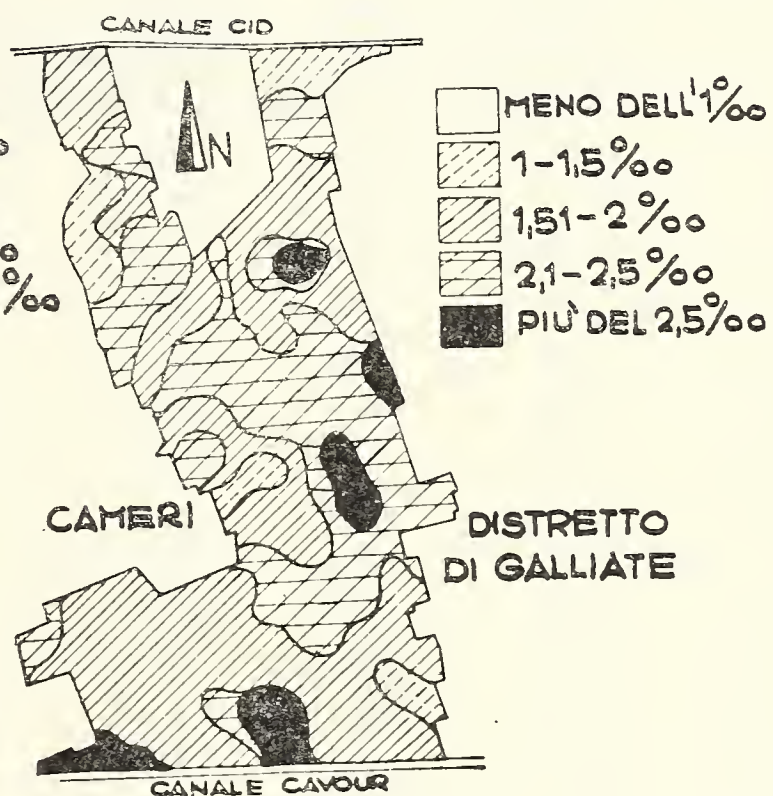



Fig. 3. — Distribuzione di alcuni componenti chimici del suolo.

Summary

En continuing a wide chemical study of « Alto Novarese » soils, the AA. examine a second zone.

A constant presence of small quantities of lime is found, although the plain of river Ticino is considered lacking.

Soil structure appear quite discontinuous. There is in this zone a terrace geological conformation: the AA. suggest that manmade works produce the discontinuity caracteristics.

BIBLIOGRAFIA

(1) A. Marchesini e P. Sequi - questi Atti, *104*, 449 (1965).

(2) Dati desunti dalla Carta Geologica d'Italia al 100.000, in aggiornamento presso l' Istituto di Mineralogia dell' Università di Milano.

(3) E. R. Graham - Soil Sci., *51*, 65 (1941).
E. R. Graham - Soil Sci. Soc. Amer. Proc., *64*, 259 (1942).
H. W. van der Marel - Soil Sci., *64*, 445 (1947).
F. Crescini - Agronomia Generale, Roma (1959).

(4) C. Antoniani e coll. - Ann. Fac. Agr. Univ. di Perugia, *3*, 3 (1945).
C. Antoniani e coll. - L'Agr. Italiana, *48*, 91 (1948).
G. A. Lanzani e P. Sequi - Chimica, 12 (1961).

TABELLA 1. - *Reazione e tessitura dei terreni del Distretto di Cameri.*

N° Campione	Vegetazione	pH	Scheletro ‰	Terra fine ‰	Sabbia ‰	Limo ‰	Argilla ‰
131	Mais	6,6	95	905	802	145	53
132	Mais	6,5	75	925	832	125	43
133	Grano	7,1	110	890	825	120	55
134	Mais	6,9	55	945	774	177	49
135	Mais	7,0	45	955	895	75	30
136	Mais	6,7	240	760	771	173	56
137	Grano	6,7	120	880	762	170	68
138	Mais	6,1	75	925	799	147	54
139	Pioppeto	6,3	80	920	761	188	51
140	Pioppeto	6,4	130	870	779	172	49
141	Patate	6,9	330	670	772	177	51
142	Mais	6,3	35	965	760	188	52
143	Pioppeto	6,4	410	590	780	174	46
144	Pioppeto	6,1	40	960	835	116	49
145	Mais	6,8	70	930	781	169	50
146	Patate	6,6	40	960	769	175	56
147	Avena	6,6	85	915	830	121	49
148	Mais	6,7	75	925	740	214	46
149	Patate	6,7	130	870	875	89	36
150	Mais	6,9	130	870	801	151	48
151	Mais	7,3	190	810	812	150	38
152	Bosco	6,5	180	820	726	231	43
153	Mais	6,8	140	860	700	249	51
154	Mais	6,7	210	790	671	267	62
155	Pioppi	6,4	110	890	813	147	40
156	Pioppi	6,5	210	790	890	66	44
157	Grano	7,2	250	750	866	89	45
158	Grano	7,0	180	820	849	105	46
159	Mais	7,4	210	790	786	176	38
160	Mais	6,5	180	820	775	185	40
161	Arato	6,9	230	770	876	79	45
162	Grano	7,0	30	970	859	88	53
163	Avena	6,8	90	910	831	130	39
164	Mais	6,7	90	910	829	125	46
165	Mais	6,6	180	820	800	153	47
166	Mais	6,5	60	940	812	142	46
167	Grano	6,5	160	840	692	261	47
168	Arato	7,3	60	940	783	177	40
169	Arato	7,6	280	720	780	166	54
170	Mais	5,9	75	925	838	101	61

(segue tab. 1)

N° Campione	Vegetazione	pH	Scheletro ‰	Terra fine ‰	Sabbia ‰	Limo ‰	Argilla ‰
171	Mais	6,5	165	835	871	88	41
172	Mais	5,5	170	830	767	169	64
173	Mais	6,5	210	790	762	173	65
174	Mais	6,5	230	770	769	168	63
175	Grano	7,2	90	910	878	83	39
176	Mais	6,6	60	940	858	96	46
177	Mais	6,5	140	860	838	109	53
178	Pioppeto	7,2	150	850	857	133	40
179	Mais	6,9	75	925	855	89	56
180	Incolto	5,9	45	955	838	115	47
181	Mais	6,9	85	915	837	100	63
182	Incolto	7,1	20	980	846	116	38
183	Mais	6,7	75	925	848	100	52
184	Mais	6,6	80	920	849	100	51
185	Stoppie	6,1	20	980	823	126	51
186	Prato	6,1	120	880	774	179	47
187	Avena	6,6	130	870	822	131	47
188	Mais	6,9	150	850	837	115	48
189	Avena	6,3	20	980	798	146	56
190	Mais	6,1	210	790	802	145	53
191	Incolto	6,5	145	855	814	144	42
192	Mais	6,3	10	990	800	150	50
193	Stoppie	6,6	140	860	798	147	55
194	Mais	6,3	80	920	782	167	51
195	Mais	7,1	60	940	796	164	40
196	Avena	6,3	30	970	754	197	49
197	Mais	7,5	15	985	923	56	21
198	Mais	6,4	20	980	821	135	44
199	Mais	5,7	35	965	769	193	38
200	Mais	6,1	100	900	872	91	37
201	Mais	6,1	105	895	856	103	41
202	Mais	6,3	50	950	791	153	56
203	Mais	6,6	25	975	838	120	42
204	Mais	6,2	150	850	800	145	55
205	Stoppie	6,1	100	900	785	158	57
206	Mais	6,2	25	975	847	113	40
207	Mais	6,1	115	885	855	109	36
208	Mais	6,6	110	890	833	123	44
209	Mais	6,6	40	960	835	120	45
210	Mais	7,0	80	920	832	122	46
211	Mais	6,6	30	970	706	249	45
212	Mais	6,1	150	850	831	123	46
213	Mais	6,2	15	985	833	120	47
214	Incolto	6,0	65	935	828	123	49
215	Mais	6,4	25	975	677	269	54

(segue tab. 1)

N° Campione	Vegetazione	pH	Scheletro ‰	Terra fine ‰	Sabbia ‰	Limo ‰	Argilla ‰
216	Mais	6,5	30	970	857	101	42
217	Mais	6,4	120	880	797	161	42
218	Stoppie	6,2	10	990	872	90	38
219	Prato	6,4	170	830	751	221	28
220	Erbaio	6,4	100	900	737	199	64
221	Mais	5,8	60	940	828	125	47
222	Mais	6,5	20	980	790	160	50
223	Mais	6,5	20	980	799	168	33
224	Mais	7,2	70	930	786	163	51
225	Mais	5,6	50	950	760	190	56
226	Stoppie	6,3	250	750	802	147	51
227	Mais	7,0	70	930	829	131	40
228	Mais	5,8	145	855	727	223	53
229	Patate	6,6	80	920	766	184	50
230	Bosco	6,1	310	690	635	321	44
231	Bosco	6,2	60	940	837	121	42
232	Bosco	7,1	150	850	771	189	40
233	Pioppeto	6,5	40	960	775	184	41
234	Pioppeto	6,4	155	845	787	178	35
235	Pioppeto	6,4	315	685	683	276	41
236	Bosco	6,1	20	980	769	193	38
237	Pioppeto	6,7	90	910	856	118	26
238	Pioppeto	6,6	60	940	837	132	31
239	Bosco	6,3	150	850	845	119	36
240	Bosco	6,5	110	890	806	159	35
241	Pioppeto	6,3	100	900	821	151	28
242	Bosco	6,1	15	985	854	117	29
243	Bosco	5,3	110	890	835	133	32
244	Bosco	6,1	60	940	820	146	34
245	Bosco	6,1	120	880	835	143	22
246	Bosco	6,3	110	890	850	123	27
247	Bosco	5,7	15	985	858	118	24
248	Bosco	5,4	70	930	878	103	19
249	Brughiera	6,2	180	820	843	118	39
250	Mais	6,2	110	890	854	123	26
251	Mais	6,4	170	830	821	135	44
252	Incolto	7,5	200	800	794	159	47
253	Mais	6,4	120	880	761	190	49
254	Mais	5,7	20	980	770	184	46
255	Mais	6,7	40	960	783	173	44
256	Mais	6,7	20	980	754	196	50
257	Mais	7,0	150	850	801	142	47
258	Mais	5,9	200	800	783	168	49
259	Mais	6,6	290	710	816	139	45
260	Stoppie	6,3	95	905	769	180	51

(segue tab. 1)

N° Campione	Vegetazione	pH	Scheletro ‰	Terra fine ‰	Sabbia ‰	Limo ‰	Argilla ‰
261	Mais	6,5	25	975	755	191	54
262	Mais	6,3	100	900	800	149	51
263	Stoppie	6,5	200	800	830	127	43
264	Mais	6,9	200	800	780	176	44
265	Pioppeto	6,6	20	980	807	154	39
266	Patate	6,0	80	920	770	174	49
267	Stoppie	6,5	110	890	788	161	51
268	Stoppie	4,8	160	840	762	184	54
269	Stoppie	6,3	220	780	807	151	42
270	Mais	6,5	230	770	812	144	44
271	Barbabietole	6,5	140	860	800	157	43
272	Mais	6,5	135	865	826	129	45
273	Stoppie	6,6	115	885	748	196	56
274	Mais	6,4	170	830	766	192	52
275	Mais	6,2	85	915	780	168	52
276	Trifoglio	6,2	110	890	753	194	53
277	Mais	6,6	225	775	731	230	59
278	Mais	6,6	25	975	751	208	41
279	Stoppie	6,3	25	975	821	125	44
280	Stoppie	6,4	195	805	689	248	63
281	Erbaio	6,6	290	710	821	136	43
282	Mais	6,1	180	820	822	133	45
283	Erbaio	6,4	340	660	714	229	57
284	Avena	6,9	300	700	795	164	41
285	Mais	6,2	80	920	848	113	39
286	Frumento	6,4	240	760	818	144	38
287	Mais	5,5	170	830	762	198	40
288	Mais	6,2	230	770	793	166	41
289	Mais	6,3	120	880	792	167	41
290	Bosco	6,0	90	910	704	262	34
291	Mais	6,7	380	620	791	168	41
292	Grano	7,1	130	870	804	148	48
293	Incolto	6,6	430	570	727	223	50
294	Mais	6,7	310	690	818	137	45
295	Mais	6,6	100	900	796	154	50
296	Mais	6,7	270	730	821	131	48
297	Mais	6,5	155	845	760	183	57
298	Mais	6,4	170	830	837	120	43
299	Avena	6,5	25	975	774	181	45
300	Mais	6,4	55	945	745	211	44
301	Mais	6,7	235	765	744	205	51
302	Mais	6,3	110	890	817	151	32
303	Mais	6,0	70	930	754	194	52
304	Patate	6,8	295	705	774	179	47
305	Mais	6,9	195	805	753	196	51

(*segue tab. 1*)

N° Campione	Vegetazione	pH	Scheletro ‰	Terra fine ‰	Sabbia ‰	Limo ‰	Argilla ‰
306	Stoppie	6,5	220	780	822	139	39
307	Avena	7,4	25	975	817	143	40
308	Mais	6,3	420	580	813	141	46
309	Stoppie	6,4	105	895	815	148	47
310	Mais	6,6	340	660	810	139	51
311	Mais	7,0	15	985	824	139	37
312	Mais	6,9	20	980	780	163	57
313	Stoppie	6,2	20	980	755	189	56
314	Mais	6,3	75	925	813	140	47
315	Mais	5,5	255	745	809	151	40
316	Avena	6,0	300	700	807	141	52
317	Mais	6,3	20	980	766	185	49
318	Mais	6,4	215	785	811	146	43
319	Mais	6,8	20	980	761	192	47
320	Mais	6,6	190	810	701	248	51
321	Mais	7,3	140	860	715	238	47
322	Mais	7,1	90	910	793	168	39
323	Mais	6,9	20	980	746	210	44
324	Incolto	6,9	355	645	796	168	36
325	Mais	6,1	110	890	694	257	49
326	Mais	6,6	30	970	713	235	52
327	Mais	6,6	20	980	816	139	45
328	Erbaio	5,7	100	900	837	124	39
329	Mais	6,6	120	880	771	173	56
330	Stoppie	5,5	70	930	830	129	41
331	Avena	6,9	300	700	829	135	36
332	Mais	6,4	150	850	821	132	47
333	Mais	6,0	100	900	793	154	53
334	Incolto	6,6	150	850	783	163	54
335	Mais	6,2	80	920	801	151	48
336	Mais	6,1	90	910	796	154	50
337	Avena	6,1	35	965	828	128	44
338	Incolto	7,2	290	710	798	151	51
339	Robinia	6,3	395	605	801	145	54
340	Robinia	5,0	110	890	771	180	49
341	Pioppelle	6,6	30	970	671	276	53
342	Robinia	6,3	255	745	795	180	25
343	Stoppie	6,4	40	960	759	198	43
344	Robinia	6,0	265	735	763	195	42
345	Robinia	5,4	45	955	825	139	36
346	Pioppeto	6,5	150	850	775	183	42
347	Pioppeto	6,4	240	760	784	176	40
348	Mais	6,1	135	865	816	153	31
349	Mais	6,5	135	865	823	149	28
350	Avena	6,2	140	860	762	194	44

TABELLA 2 - *Analisi chimiche e microbiologiche dei terreni del Distretto di Cameri...*

Designaz. zona	Sost. organica ‰	N tot. ‰	P_2O_5 tot. ‰	P_2O_5 sol. mg/kg	K_2O tot. ‰	Calcare ‰	Presenza Azotobacter
HA	25,12	1,26	1,42	1,9	1,65	5,4	+
HB	34,57	1,40	1,54	1,7	1,62	12,6	—
HC	21,67	1,26	1,20	0,4	2,86	18,0	—
HD	29,93	1,05	1,48	0,4	2,89	10,8	—
HE	19,09	1,33	2,47	1,8	1,70	10,8	++
HF	23,22	1,12	1,41	4,0	1,99	14,4	+
HG	29,77	1,75	1,39	0,8	2,68	19,8	—
HH	12,90	0,70	1,30	—0,1	2,26	10,8	—
HI	25,80	1,33	1,39	1,0	1,84	16,2	++
HL	19,09	1,96	1,22	0,5	1,99	18,0	+
HM	19,61	1,54	1,25	1,1	2,16	9,0	—
HN	20,12	1,33	1,55	0,8	2,06	16,2	—
HO	19,09	1,68	1,61	0,5	1,67	10,8	—
HP	23,78	1,99	1,75	5,9	2,46	5,4	+++
HQ	24,20	1,61	1,89	1,2	1,93	10,8	—
HR	18,62	1,61	1,16	2,8	2,07	7,2	+
HS	18,06	0,70	1,69	1,4	2,07	16,2	—
HT	20,60	1,19	1,20	0,3	1,75	7,2	—
MA	26,52	1,89	1,43	0,8	1,48	10,8	—
MB	18,57	1,05	1,15	1,2	2,28	7,2	—
MC	21,16	1,47	1,32	2,0	1,59	10,8	—
MD	13,93	1,05	1,31	1,8	2,01	18,0	—
ME	22,19	0,91	1,21	0,2	2,37	14,4	++
MF	20,12	1,12	1,31	1,19	2,05	7,2	—
MG	22,80	1,68	1,46	1,7	2,41	18,0	—
MH	18,58	1,54	1,35	0,5	2,41	10,8	+
MI	18,06	1,33	1,28	2,5	2,59	25,2	—
ML	24,77	0,98	1,48	0,6	2,49	9,0	—
MM	23,74	1,40	1,58	1,5	1,24	10,8	—
MN	17,03	1,26	1,74	1,1	2,68	10,8	—
MO	18,58	2,31	1,28	9,0	1,95	14,4	—
MP	19,09	1,12	1,16	1,3	2,83	10,8	++
MQ	26,32	1,40	1,20	0,4	1,75	21,6	—
MR	34,57	1,61	1,17	0,2	1,79	21,6	—
MS	40,25	1,96	0,63	0,2	2,90	18,0	—
MT	42,83	2,38	0,58	0,7	2,23	14,4	—
MU	32,55	1,54	0,62	—0,1	1,00	14,4	—
MZ	39,73	1,61	0,69	—0,1	1,12	7,2	—
PA	20,12	0,98	1,24	0,4	1,54	10,8	++
PB	22,70	1,12	1,53	2,1	2,18	7,2	—

(*segue tab. 2*)

Designaz. zona	Sost. organica ‰	N tot. ‰	P_2O_5 tot. ‰	P_2O_5 sol. mg/kg	K_2O tot. ‰	Calcare ‰	Presenza Azotobacter
PC	20,64	0,77	1,32	1,3	1,70	14,4	—
PD	20,12	1,40	1,67	2,6	2,22	7,2	—
PE	19,61	0,77	1,37	2,8	2,27	10,8	—
PF	24,25	1,12	1,54	0,9	1,27	14,4	—
PG	19,08	0,77	1,68	1,2	1,44	10,8	—
PH	25,28	2,17	1,64	0,7	2,81	7,2	—
PI	27,35	2,66	1,82	2,9	2,38	21,6	+++
PL	21,67	1,12	1,42	0,7	2,16	14,4	+
PM	24,77	1,40	1,62	3,1	1,58	18,0	—
PN	26,83	1,33	1,28	0,1	1,51	21,6	—
PO	25,80	1,61	1,39	9,0	1,54	7,2	—
PP	36,64	1,68	1,48	0,9	1,76	10,8	—
PQ	29,41	1,26	1,07	0,8	2,40	10,8	+++
RA	23,22	1,26	1,69	1,4	2,73	10,8	—
RB	19,61	1,05	1,14	—0,1	1,73	8,9	—
RC	26,05	1,47	1,82	2,5	1,88	5,4	+
RD	21,67	1,12	1,67	1,1	2,47	9,0	+
RE	30,23	1,12	1,86	2,2	2,30	12,6	—
RF	24,77	1,19	1,48	2,5	1,94	10,8	—
RG	22,70	1,05	1,39	0,8	1,59	10,8	++
RH	26,98	1,47	1,52	3,6	1,83	14,4	++
RI	25,80	2,17	1,61	0,8	2,44	14,4	+
RL	20,64	1,82	1,53	2,3	2,47	16,4	++
RM	22,70	1,19	1,49	2,5	1,24	14,4	—
RN	27,35	2,03	1,42	0,8	1,57	9,0	—
RO	25,28	1,82	1,40	0,7	1,36	10,8	—
RP	39,22	1,40	1,19	1,4	2,40	14,4	+
RQ	39,73	2,80	1,07	0,3	1,65	21,6	—
RR	38,70	2,66	1,17	—0,1	1,60	28,8	++
RS	25,80	1,54	1,28	1,5	1,88	10,8	—

TABELLA 3 - *Quadro riassuntivo.*

Reazione	Numero di terreni	%
Fortemente acida (pH inferiore a 5,6)	9	4
Acida (pH 5,6-6)	17	8
Leggermente acida (pH 6,1-6,6)	136	62
Neutra (pH 6,7-7,3)	53	24
Leggermente alcalina (pH 7,4-7,9)	5	2
Contenuto in limo		
Inferiore al 100 per mille	12	5,5
Compreso fra il 100 ed il 200‰	183	84
Compreso fra il 201 ed il 300‰	24	11
Superiore al 300 per mille	1	0,5
Contenuto in argilla		
Inferiore al 30 per mille	12	5
Compreso fra il 30 ed il 40‰	33	15
Compreso fra il 41 ed il 50‰	103	47
Compreso fra il 51 ed il 60‰	63	29
Superiore al 60 per mille	9	4
Sostanza organica		
Meno del 20 per mille	17	24
20-30 per mille	42	60
Più del 30 per mille	11	16
Azoto totale		
Meno dell'1 per mille	8	12
1-2 per mille	54	76
Più del 2 per mille	8	12
P_2O_5 totale		
Meno dell'1 per mille	4	6
1,1-1,5 per mille	43	62
1,51-2 per mille	22	31
Superiore al 2 per mille	1	2
K_2O solubile in HCl 1 : 1 a caldo		
Meno dell'1 per mille	—	—
1,0-1,5 per mille	18	11
1,51-2,0 per mille	28	40
2,1-2,5	25	36
Superiore al 2,51	9	13

Francesco Pace

STUDIO PETROGRAFICO DELL' ALTA VAL VIOLA (SONDRIO)

Introduzione

Negli anni 1963 e 1964 ho rilevato la zona compresa fra il P. di Valnera, il M. Verva, il Sasso di Conca e la C. Saoseo (fig. 1), studiandone i campioni presso l' Istituto di Mineralogia e Petrografia dell' Università di Milano (*).

Di tale zona non esistevano ancora rilievi geologici o petrografici di dettaglio: brevi cenni si trovano in opere a carattere regionale di Theobald (11) e di Staub (10), mentre uno studio più dettagliato di rocce affioranti in area limitrofa compare in un lavoro che Koenig (6) ha di recente dedicato al plutone di S. Antonio Morignone e subordinatamente ai complessi metamorfici a NO di questo.

Le osservazioni da me compiute e le conseguenti considerazioni di carattere morfologico e strutturale consentono di suddividere l'area rilevata in due zone, corrispondenti l'una a un complesso micascistoso-filladico, l'altra ad un complesso gneissico con diffusi fenomeni migmatici.

Il complesso micascistoso-filladico

Affiora a N del ramo occidentale dell'alta Val Viola con una giacitura piuttosto uniforme: i piani di scistosità che a levante immergono verso SO con inclinazione media, nel settore occidentale (alta Val Cantone) divengono verticali con direzione preva-

---

(*) Lavoro eseguito nell'ambito del « Centro Naz. di studi geologico-petrografici sulle Alpi » (Sez. IV), presso l' Istituto di Mineralogia, Petrografia e Geochimica dell' Università di Milano.

Esprimo la mia gratitudine al prof. G. Schiavinato e al dott. R. Potenza per il prezioso aiuto concesso alla mia indagine.

lente NO-SE. Tale giacitura è messa in evidenza dalle quarziti intercalate in concordanza.

La facies micascistosa prevale nettamente nella zona studiata, ma con il progressivo diminuire delle dimensioni dei granuli cristallini — in particolar modo delle laminette micacee — passa verso settentrione ad una facies filladica. Il limite cartografico fra le due facies, avente valore indicativo, delimita in particolare l'area in cui si possono distinguere i singoli componenti fillitici (tav. II).

I *micascisti* affiorano nel settore meridionale del complesso lungo una fascia la cui potenza aumenta progressivamente da E a O. Caratteristica è la scistosità molto marcata con letti micacei generalmente più sviluppati dei letti quarzosi: i primi, costituiti da laminette di biotite e da minuti aggregati muscovitici, tendono ad avvolgere tutti gli altri minerali. Frequenti appaiono i micropiani di scorrimento, sia concordi che discordi rispetto alla scistosità. Le intercalazioni quarzitiche — sempre numerose — assumono particolare risalto nell'alta Val Cantone, ove si osserva una fitta alternanza dei termini quarzitico e micascistoso.

Al microscopio si osserva una tessitura scistosa zonata con frequenti fitte pieghettature dei letti micacei e quarzosi, e con numerosi piani di frizione, spesso coincidenti con i piani assiali delle micropieghe più strizzate.

Le miche e il quarzo costituiscono la massa principale della roccia; accessori più comuni sono il granato, il feldspato, l' ilmenite, l'apatite e la tormalina; sillimanite, cianite e staurolite compaiono soltanto nei campioni provenienti dal settore meridionale del complesso; rutilo, zircone, epidoto, ematite e limonite sono più rari.

Le miche sono rappresentate da muscovite, biotite e clorite. Si osserva in particolare che la quantità di quest'ultima aumenta gradualmente in prossimità del limite fra micascisti e filladi ove appare in intimo concrescimento con la muscovite, sostituendo quasi del tutto la biotite.

La *muscovite* è in genere l'elemento fillitico più abbondante, solo raramente subordinata alla biotite. Le dimensioni delle lamine variano da campione a campione: esse formano per lo più fini aggregati in cui, oltre alla isoorientazione delle stesse, si notano talora lamine trasverse, parallele ai piani assiali delle micropieghe. In alcuni campioni (p. es. nel camp. 80, raccolto nei pressi

dell'alpe Dosdè) accanto alla muscovite si osservano nidi di sericite la cui formazione è probabilmente legata ad alterazione di minerali preesistenti.

La *biotite* è presente in quantità molto variabili, ora in lamine fresche di notevoli dimensioni, ora in piccole lamine sfrangiate e corrose. L'orientazione è identica a quella della muscovite

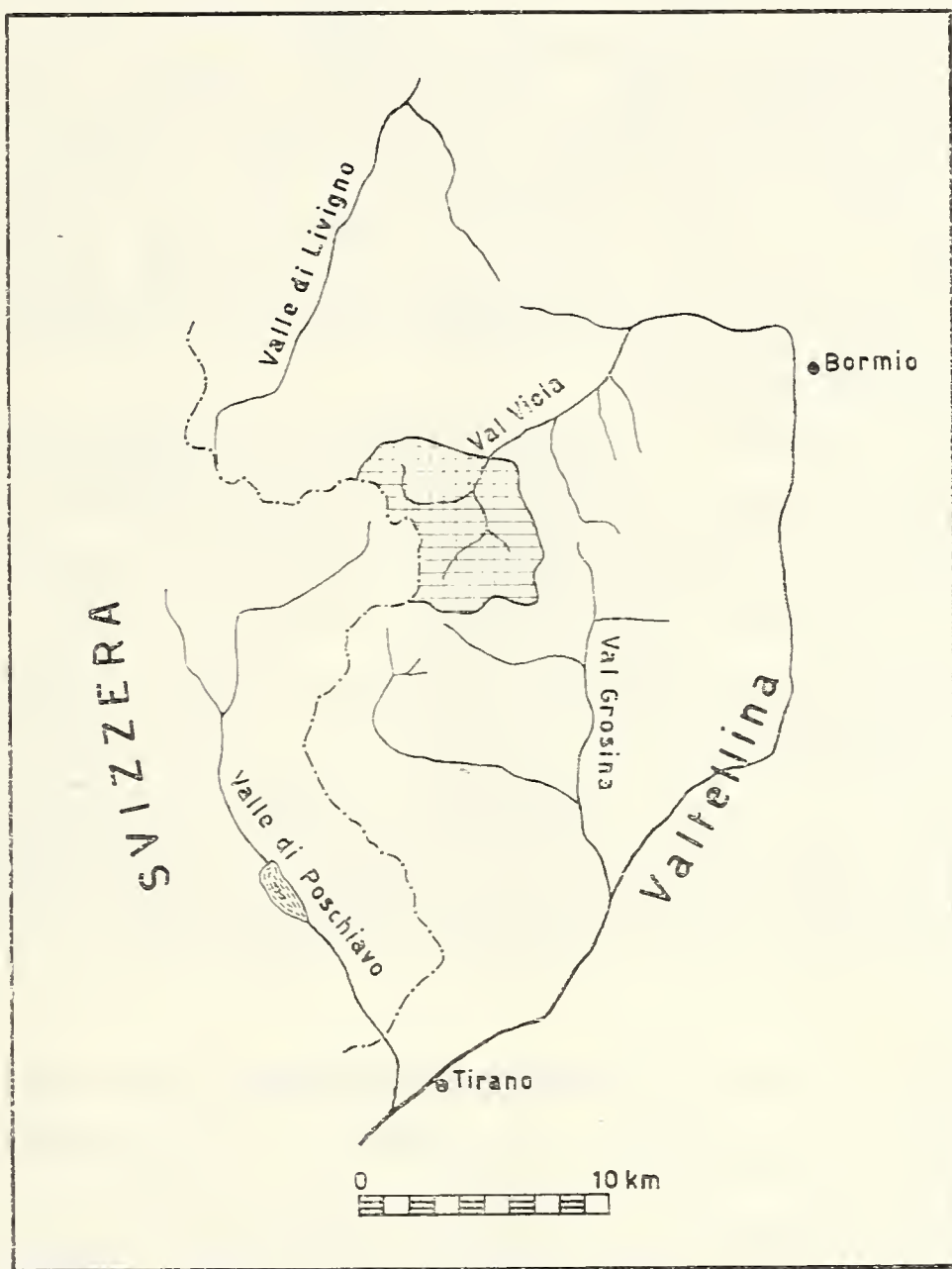



Fig. 1. — Posizione dell'area studiata in Valtellina.

con la quale forma spesso intimi concrescimenti. Il pleocroismo è in genere piuttosto forte con α = giallo bruniccio, $\beta = \gamma$ bruno rosso più o meno intenso. Gli inclusi sono numerosi con netta prevalenza di ilmenite e zircone. Biotite in laminette di neoformazione con inclusi di rutilo varietà sagenite compare nei micascisti di contatto della zona del lago di Val Viola.

Frequente ma poco abbondante è la *clorite*: si trova per lo più associata a biotite e granato da cui deriva per alterazione. Il pleo-

croismo è assente o molto debole (α = verdino pallido, $\beta = \gamma$ verdino bruniccio), l'orientazione ottica è prevalentemente negativa; bassa la birifrazione con colori d' interferenza anomali dall'azzurro-bluastro al bruno scuro.

Il *quarzo* è sempre piuttosto abbondante in granuli a contorno per lo più suturiforme riuniti in letti o lenticelle monominerali. Frequente è l'estinzione ondulata, più rara la biassicità anomala e l'accenno alla pseudolamellarità.

Fra gli accessori riveste un interesse particolare il *feldspato*, rappresentato da un plagioclasio sodico-calcico avente la composizione di un oligiclasio con il 27% di An ($\omega \leq \gamma$; $2V_\alpha = 83°\text{-}90°$, media = 86° — 12 mis.) Compare in granuli di modeste dimensioni, spesso sericitizzati e fratturati, con rara geminazione « albite » e « albite-Karlsbad ».

In alcuni campioni si osserva invece un feldspato più sodico costituito da metablasti ocellari poco o nulla alterati, sviluppatisi entro i letti fillitici di cui inglobano relitti di lamine ed inclusi conservanti l'originaria orientazione. La genesi di tali metablasti è quasi sicuramente sin-postcinematica, la loro composizione è quella di un'albite con il 5% di An ($\omega > \gamma$; $2V_\gamma = 77°\text{-}79°$).

Più frequente e più abbondante è il *granato*: si trova in idioblasti di color rosa bruniccio ,ora freschi ora parzialmente alterati lungo le fratture e ai bordi. Clorite e limonite di alterazione divengono particolarmente abbondanti nelle zone di più intensa diaftoresi.

Rara è la *sillimanite* in piccoli aggregati fibroso aciculari associati a biotite; in aghetti minutissimi si trova nelle facies di contatto.

Cianite e *staurolite*, un poco più abbondanti, appaiono in fenoblasti idiomorfi già in parte sericitizzati. La seconda è pleocroica con α = giallo chiaro, $\beta = \gamma$ giallo bruniccio.

Fra i componenti minori particolare diffusione hanno *tormalina, ilmenite, rutilo, apatite* e *limonite*.

Rispetto ai micascisti le *filladi* presentano una scistosità più fine con alternanza di letti micacei e quarzosi, una lucentezza sericea, un colore generalmente grigio con toni varicolori e diffuse chiazze limonitiche sulle superfici alterate. Assai frequenti le lenti e i filoncelli concordanti di quarzo latteo. I piani di scistosità ap-

paiono quasi sempre ondulati, ora con fitte increspature subparallele, ora con pieghe ampie e distanziate. Quando il pieghettamento è molto fitto i piani assiali delle micropieghe sembrano determinare una seconda direzione di scistosità, per lo più obliqua rispetto alla scistosità primitiva. Numerose come nei micascisti le intercalazioni quarzitiche.

Al microscopio si rileva una fine zonatura con letti fillitici alternantisi a letti quarzosi.

Le miche formano buona parte della compagine cristallina: prevale la *muscovite* in minute laminette isoorientate riunite in fitti aggregati nei quali è concresciuta con le lamelle di *clorite*. Quest' ultima è debolmente pleocroica con $\alpha =$ giallo verdiccio, $\beta = \gamma$ verde pallido; l'orientazione ottica è negativa, la birifrazione bassa con colori d' interferenza azzurro bluastri.

Accanto a queste due miche si osserva qualche laminetta di *biotite* in gran parte corrosa e alterata.

Il *quarzo* è abbondante in granuli minuti allungati secondo la scistosità con forte estinzione ondulata e rara pseudolamellarità.

Frequente è il *granato* in cristalloblasti bruno rosati a contorno arrotondato, in parte fratturati e cloritizzati. Comuni gli inclusi di tormalina, quarzo e ilmenite.

Componenti minori sono *tormalina* (fortemente pleocroica dal verde bruno al verde pallido), *apatite, zircone, ilmenite, ematite* e *limonite*.

Le rocce intrusive

Al Pizzo Bianco — nel settore sudoccidentale del complesso scistoso — affiora per un'estensione di circa mezzo Km^2 un corpo intrusivo granitico allungato da NO a SE: lo caratterizzano un contatto assai netto con gli scisti incassanti e un duplice sistema di fratture. Il sistema subverticale — meglio individuato — risulta concorde con la giacitura degli scisti.

Si tratta di un *granito* chiaro (tab. 1), a grana media, ricco di fenocristalli di feldspato potassico le cui dimensioni sono dell'ordine del cm o poco più.

Al microscopio si osservano come componenti fondamentali quarzo, microclino, plagioclasio e biotite; subordinata appare la muscovite. Accessori sono apatite, zircone, ematite ed ilmenite.

Abbondante è il *quarzo*, in granuli a forte estinzione ondulata, spesso fratturati e risanati da quarzo micrograndulare.

Il *plagioclasio* è in individui idiomorfi di notevoli dimensioni, sempre geminati secondo l'« albite », l'« albite-Karlsbad » e l'« albite-periclino ». Frequenti le strutture mirmechitiche e i concrescimenti con il microclino; netta la zonatura, resa evidente dalla distribuzione dei prodotti di alterazione: prevale la saussurite al nucleo e la sericite ai bordi. La composizione — determinabile solo al bordi dei granuli — è quella di un oligiclasio con il 13% di An ($\omega \geq \gamma$; $2V_{\gamma} = 84°$-$88°$, media $= 86°$ — 7 mis.).

Il *feldspato potassico*, rappresentato da microclino ($2V_{\alpha} = 82°$-$84°$ — 8 mis.), si trova in individui di dimensioni assai varie, sia pertitici che omogenei. Rara la geminazione secondo « Karlsbad », molto frequente quella « albite-periclino ». Numerosi appaiono gli inclusi nei fenocristalli: figurano fra questi piccoli granuli dello stesso feldspato, la cui cristallizzazione è probabilmente anteriore a quella dei fenocristalli stessi.

La *biotite*, in lamine sfrangiate e corrose, è intensamente pleocroica dal giallo bruniccio al bruno scuro. Sensibile l'alterazione in *clorite*, avente debole pleocroismo ($\alpha =$ verde pallido, $\beta = \gamma$ verde bruniccio), orientazione ottica positiva e bassa birifrazione con colori d' interferenza azzurro bluastri. Frequenti gli inclusi di epidoto, zircone (con aureole policroiche), apatite e ilmenite.

Più rara è la *muscovite*, sempre in intima associazione con la biotite.

Un altro affioramento di rocce granulari esiste al Passo di Val Viola. Si tratta di una *granodiorite* a grana media, chiara con toni verdastri. Considerato nell' insieme, l' aspetto dell' affioramento è agmatitico: la roccia magmatica infatti cementa — o ingloba — grosse lenti micascistose. In prossimità del contatto — netto come per il granito — si osservano nella granodiorite numerosi relitti scistosi e minuscoli filoni pegmatitici.

All'esame microscopico la roccia appare essenzialmente costituita da plagioclasio, quarzo, microclino, clorite e anfibolo; accessori sono apatite, zircone, titanite e ilmenite. Fra i prodotti di alterazione particolarmente abbondanti la sericite, l'epidoto e la calcite.

TABELLA 1.

Granito; q. 2700 affioramenti a SE della vetta del P. Bianco

analisi chimica	
SiO_2	71,45
Al_2O_3	13,29
Fe_2O_3	2,63
FeO	1,72
MnO	tracce
MgO	0,54
CaO	1,35
Na_2O	3,82
K_2O	3,87
TiO_2	0,34
P_2O_5	0,08
H_2O+	1,09
H_2O-	0,16
	100,34

composizione mineralogica osservata (% in volume)	
Quarzo	30,22
Microclino	24,00
Plagioclasio	35,79
Biotite	6,95
Muscovite	1,34
Accessori	1,70
	100,00

Analista: F. Pace (1963)

magma rapakivitico

valori Niggli		base		catanorma		
si	364,8	Kp	14,1	Mt	2,8	
al	39,9	Ne	21,1	An	6,5	
fm	21,6	Cal	3,9	Or	23,5	Q = 54,1
c	7,4	Sp	0,9	Ab	35,5	L = 39,1
alk	31,1	Fs	2,8	Cord	1,6	
k	0,39	Fo	0,7	Hy	0,8	M = 6,8
mg	0,18	Fa	2,0	En	0,9	
qz	140,4	Ru	0,3	Cp	0,1	
		Cp	0,1	Q	28,4	
		Q	54,1		100,0	
			100,0			

Sensibili appaiono gli effetti delle deformazioni para e post-cristalline, rilevabili nelle fratture del quarzo e dei feldspati e nelle incurvature delle miche e delle lamelle di geminazione dei plagioclasi.

Costituente più diffuso è il *plagioclasio,* sempre geminato secondo l'« albite », l'« albite-Karlsbad » e l'« albite-periclino ». Mostra frequenti strutture mirmechitiche e tracce di zonatura resa manifesta dall'accentuata alterazione con saussurite al nucleo e sericite ai bordi. La composizione — rivelabile solo ai margini — è quella di un oligoclasio con il 22% di An ($\varepsilon > \gamma$; $2V_\alpha = 85^o$-89^o).

Subordinato è il *microclino* ($2V_\alpha = 81^o$-83^o — 3 mis.), in granuli fratturati e sempre geminati « albite-periclino ».

La *clorite* è abbondante in lamine corrose, sfrangiate e pieghettate, contenenti lungo i piani di sfaldatura una minuta granulazione di epidoto e titanite. Il pleocroismo è quasi assente, la birifrazione bassa con colori d' interferenza blu nerastri, l'orientazione ottica negativa.

Meno frequente è l'*anfibolo,* in individui prismatici fratturati e debolmente pleocroici dal verde chiaro al verde bruniccio. L'angolo misurato $c \wedge \gamma = 15^o$ corrisponde ad una orneblenda mediamente ferrifera.

Le rocce filoniane

Speciale attenzione ho rivolto ai filoni e ai piccoli ammassi di *microdiabase,* che affiorano numerosi nell'area occupata dal complesso scistoso.

La giacitura dei filoni risulta sia concorde che discorde, la potenza variabile da pochi metri a circa una decina di metri. Frequenti sopra tutto nell'alta Val Cantone, manifestano colore verde grigiastro, struttura granulare minuta, aspetto compatto, elevata durezza e frattura poliedrica secondo superfici latenti già ricoperte da patina di alterazione.

All'esame microscopico si rileva una struttura ofitica microfluidale, con plagioclasio e anfibolo come componenti fondamentali, quarzo, biotite, pirosseno, ematite e ilmenite come accessori.

Il *plagioclasio* — per lo più idiomorfo rispetto all'anfibolo — compare in individui listiformi, zonati e sempre geminati secondo l'« albite », l'«albite-Karlsbad » e l'« albite-periclino ».

L'alterazione saussuritica diffusa e le minuscole dimensioni dei granuli rendono alquanto imprecise le determinazioni ottiche eseguite: in base a queste ($\gamma > \omega$; ang. max. estinz. simm. gem. « albite » 15°) si può ritenere la composizione al bordo dei granuli corrispondente a quella di un oligoclasio con il 33% di An. .

In proporzione pressochè identica si trova l'*anfibolo*: i granuli, pleocroici dal verde pallido al verde bruno chiaro, risultano sfrangiati e corrosi alle estremità. L'alterazione — piuttosto sensibile — è costituita da minutissimi aggregati fibroso raggiati di probabile natura actinolitica. Alcuni di questi aggregati rappresentano forse il prodotto di alterazione di un *pirosseno* augitico che in piccoli granuli si osserva tuttora al nucleo di alcuni individui d'anfibolo.

La *biotite*, pleocroica dal giallo al rosso bruniccio, è in minute lamine associata ad anfibolo ed *ilmenite*; quest' ultima, in granuli scheletrici con bordo di *leucoxeno*, è l'accessorio più frequente.

Più rare nella zona studiata sono le *porfiriti*. L' unico filone di un certo interesse — potente circa 6-7 m — attraversa in discordanza gli gneiss cataclastici in prossimità del laghetto di Selva: si tratta di una porfirite ricca di fenocristalli listiformi di plagioclasio, immersi in una pasta di fondo microgranulare di color verde cupo. Il corpo filoniano presenta struttura cataclastica come le rocce incassanti: ciò consente di attribuire l' iniezione magmatica ad un tempo antecedente a quello in cui si è manifestato l'atto dinamico che ha disturbato gli gneiss.

Il complesso gneissico

Le rocce che costituiscono il complesso gneissico affiorano nella parte meridionale della zona studiata, ove formano le principali cime del massiccio di Lago Spalmo. La giacitura è caratterizzata da immersione degli strati verso N-NO con inclinazione poco accentuata.

Nella struttura del complesso si succedono dal basso verso l'alto tre diversi tipi litoligici: una gneiss di tipo anatessitico forma un potente piastrone basale; seguono in concordanza i paragneiss minuti, che verso l'alto passano — sia gradualmente che

con contatto netto — ad un terzo tipo gneissico a carattere migmatico. Quest' ultimo è distinto da una notevole eterogeneità, risultando esso costituito da embrechiti e anatessiti, spesso intercalantisi in grossi banchi con locale prevalenza dell' una o dell'altra facies.

I *paragneiss minuti* costituiscono una formazione composta da tipi litologici differenti per tessitura e per composizione mineralogica, ma aventi caratteristiche comuni quali la struttura minuta, la fitta stratificazione ed il colore bruno rossiccio della patina di alterazione.

Il litotipo più frequente manifesta elevata compatezza, blanda tessitura scistosa e colore grigio chiaro. E' costituito da un minuto aggregato quarzoso feldspatico in cui si osservano piccole scagliette biotitiche isoorientate e frequenti venule quarzose subconcordanti. Con l'aumento progressivo del contenuto in quarzo o in miche si passa rispettivamente a termini quarzitici e micascistosi.

Le intercalazioni sono rappresentate da quarziti, anfiboliti e biotititi.

Al microscopio i componenti fondamentali presentano una struttura granoblastica. Accanto ad essi si osservano in genere granato, staurolite, cianite, anfibolo, zircone, apatite e ilmenite; più rari compaiono microclino, rutilo, tormalina, titanite, epidoto ed ematite.

Il *quarzo*, in granuli minuti con debole estinzione ondulata e rara biassicità anomala, è strettamente associato al *plagioclasio*, la cui composizione corrisponde a quella di un oligoclasio con il 23% di An ($\gamma \geq \omega$; $2V_\alpha = 84^\circ$-88°, media $= 86^\circ$ — 6 mis). Blande la zonatura e l'alterazione in sericite, rara la geminazione. Una composizione più varia si riscontra invece nei grossi xenoblasti ocellari costituenti la porzione neosomatica degli gneiss epibolitici ($2V_\alpha = 81^\circ$-93°, media $= 86^\circ$ — 12 mis.). Si osservano in questi ultimi frequenti strutture di accrescimento e implicazione.

Abbondante è anche la *biotite*, in lamine di varie dimensioni corrose, deformate e in parte alterate in *clorite*. Questa ha debole pleocroismo ($\alpha =$ verde bruniccio, $\beta = \gamma$ verde bruno), orientazione ottica negativa e birifrazione bassa con colori d' interfe-

renza azzurro bluastri. Le lamine inalterate — spesso ricche d' inclusi — sono pleocroiche dal giallo bruniccio al rosso bruno chiaro. Biotite in grossi pacchetti di lamine assai fresche forma circa il 90% delle *biotititi* intercalate nelle embrechiti di C. Lago Spalmo.

La *muscovite* si trova in quantità rilevanti nei soli termini micascistosi ove si osservano anche granato, straurolite e cianite. Il primo è in idioblasti di color bruno rosato, talora fratturati e parzialmente cloritizzati; *cianite* e *staurolite* appaiono in fenoblasti quasi completamente sericitizzati. Un debole pleocroismo dal giallo chiaro al giallo bruno si osserva nei cristalloblasti della seconda.

L'*anfibolo è* componente subordinato nelle biotititi, fondamentale nelle *anfiboliti*. I granuli, variamente orientati, in parte corrosi dal quarzo e spesso ricchi d' inclusi minutissimi, risultano privi di pleocroismo, hanno colore verde chiaro ad occhio nudo ed appaiono quasi incolori in sezione; questi caratteri, uniti ad un angolo assiale ottico piuttosto grande e ad un angolo massimo $c \wedge \gamma$ di 18°, corrispondono a quelli di un termine cummingtonitico mediamente magnesifero.

Fra gli accessori meno frequenti riveste un certo interesse il *microclino,* in minuti granuli negli gneiss intercalati entro le migmatiti del versante sinistro della Val Dosdè. Si tratta quasi certamente del prodotto di una limitata feldspatizzazione.

Le *embrechiti* — particolarmente diffuse nella zona del Corno Dosdè, C. Saoseo, C. Viola e C. Lago Spalmo — hanno colore grigio piuttosto chiaro, patina di alterazione rossastra e bancatura distinta. La scistosità degli gneiss originari è in genere ben conservata benchè i letti fillitici appaiano talvolta discontinui. La varietà dei tipi è notevole: ho potuto riconoscere *embrechiti listate* con netta zonatura e marcata scistosità, *embrechiti listato-occhiadine* in cui i letti leucocrati tendono talora ad allargarsi in aggregati lenticolari, *embrechiti occhiadine* (tab. 2) in cui la zonatura è quasi del tutto scomparsa e la roccia abbonda di grossi occhi quarzoso feldspatici. Ho distinto infine le *embrechiti epiboliche* corrispondenti ad embrechiti listate in cui si osservano numerose venule concordanti di tipo aplitico. Molto numerosi appaiono in ogni tipo relitti lentiformi di gneiss minuto, per lo più isoorientati.

All'esame microscopico la roccia rivela una struttura granoblastica con frequenti accenni alla clastesi. Quarzo, microclino, plagioclasio e biotite sono componenti fondamentali; subordinati risultano la muscovite, il granato e l'anfibolo. Accessori sono epidoto, apatite, zircone, ilmenite, titanite.

Il *quarzo,* in granuli eterodimensionali a contorno quasi sempre suturiforme e forte estinzione ondulata, è sopra tutto abbondante nei letti leucocrati associato a *microclino* ($2V_\alpha = 82^\circ$-84°, media $= 83^\circ$ — 13 mis.). Questo, in aggregati di più cristalloblasti, forma per lo più associazioni lenticolari od occhiadine, in cui si riconoscono individui sia pertitici che omogenei. La geminazione « albite-periclino » è frequente benchè spesso irregolarmente distribuita; numerose appaiono anche le strutture d' implicazione con il quarzo.

Il *plagioclasio* compare in individui medio piccoli generalmente associati alle miche nei letti di paleosoma. La geminazione è rara, per lo più secondo l'« albite »; appena accennata la zonatura, sensibile in alcuni tipi l'alterazione in sericite e saussurite distribuite a chiazze all' interno dei granuli. Frequenti le strutture mirmechitiche e le associazioni micropegmatitiche con il quarzo, queste ultime diffuse sopra tutto nelle embrechiti anfiboliche. La composizione media è quella di un oligoclasio con il 18% di An ($\omega = \gamma$; $2V_\alpha = 86^\circ$-96°, media $= 89^\circ$ — 37 mis.).

La *biotite,* pleocroica dal giallo bruniccio al rosso bruno, ricorre in lamine sfrangiate, debolmente deformate e con frequente alone sericitico ai bordi. Numerosi gli inclusi fra cui prevalgono zircone e apatite, debole l'alterazione in clorite.

La *muscovite* è subordinata, sempre concresciuta con la biotite.

Il *granato,* generalmente raro, abbonda nelle embrechiti anfiboliche ove appare in fenoblasti associato all'*anfibolo.* Questo si presenta in individui prismatici isoorientati, ricchi d' inclusi d' ilmenite e fortemente pleocroici dal verde bruno gialliccio al verde cupo. L'angolo massimo $c \wedge \gamma$ di 17° corrisponde ad un'orneblenda piuttosto ferrifera.

Fra gli accessori è diffuso l'*epidoto*: esso rappresenta con l'anfibolo uno dei costituenti fondamentali delle embrechiti anfiboliche di C. Lago Spalmo. Appare in granuli di varie dimensioni, quasi sempre zonati con colori d'interferenza anomali molto vivaci.

TABELLA 2.

Embrechite occhiadina; versante destro della Val Dosdè (q. 2700)

analisi chimica	
SiO_2	69,06
Al_2O_3	15,11
Fe_2O_3	0,70
FeO	2,35
MnO	tracce
MgO	1,32
CaO	2,12
Na_2O	2,98
K_2O	3,95
TiO_2	0,40
P_2O_5	tracce
H_2O+	1,47
H_2O-	0,10
	99,56

composizione mineralogica osservata (% in volume)	
Quarzo	35,5
Microclino	24,2
Plagioclasio	28,2
Biotite	9,1
Muscovite	1,3
Accessori	1,7
	100,0

Analista: F. Pace (1964)

valori Niggli		base		catanorma		
si	340	Kp	14	Mt	0,8	
al	42,3	Ne	16,7	An	10,7	
fm	21,4	Cal	6,4	Or	23,3	Q = 54,1
c	10,6	Sp	3,6	Ab	27,7	L = 37,1
alk	25,7	Fs	0,8	Cord	6,6	
k	0,46	Fo	1,1	Hy	3,4	M = 8,8
mg	0,44	Fa	2,9	En	1,5	
qz	137,2	Ru	0,4	Q	26	
		Q	54,1		100,0	
			100,0			

Dal confronto con i parametri di Niggli, risulta che la composizione chimica dell'embrechite esaminata si avvicina a quella del tipo magmatico adamellitico, mostrando solo un eccesso di silice e di allumina.

Le *anatessiti* si differenziano dalle embrechiti per una scistosità poco marcata o del tutto evanescente, con lamine micacee o aggregati di lamine isolati entro una compagine cristallina piuttosto omogenea.

Anatessiti di aspetto granitoide, grana medio piccola, elevata compattezza e frequente struttura cataclastica, caratterizzano il piastrone basale del complesso gneissico. Termini occhiadini, a grana grossolana e colore chiaro, ricorrono invece fra le migmatiti di cresta (P. Dosdè in particolare), ove assai numerosi si rinvengono relitti gneissici fusiformi ed inclusi ovoidi a grana minuta con chiazze feldspatiche irregolarmente distribuite. Altri tipi a tessitura nebulitica affiorano presso il Corno di Dügürale in intima associazione con gli gneiss epibolitici.

Al microscopio si rilevano nelle anatessiti caratteri identici a quelli già descritti per le embrechiti: eguale — ad eccezione di qualche componente — è la composizione mineralogica, identiche appaiono le strutture di implicazione, corrosione ed accrescimento. Le principali differenze si osservano nelle anatessiti granitoidi di base ove la *muscovite* è quasi del tutto assente, *titanite* ed *ortite* sono più abbondanti e maggiore diffusione hanno i prodotti diaftoritici quali sericite, clorite ed epidoto microgranulare.

Quanto ai feldspati si trovano all' incirca nelle stesse proporzioni delle embrechiti. Il feldspato potassico è rappresentato da *microclino* ($2V_\alpha = 81°$-$84°$, media $= 83°$ — 15 mis.) sovente pertitico, il *plagioclasio*, per lo più saussuritizzato, da un oligoclasio con il 18% di An ($\omega = \gamma$; $2V_\alpha = 86°$-$95°$, media $= 90°$ — 11 mis.).

Rispetto alle embrechiti la *biotite* presenta una più marcata corrosione dei bordi che appaiono spesso disarticolati e circondati da alone sericitico.

Nella *muscovite,* abbondante nei tipi a tessitura nebulitica, si rilevano fenomeni di intensa sostituzione operata dal feldspato potassico.

Il *granato* è sempre cataclastico e in buona parte cloritizzato.

La *sillimanite,* strettamente associata a biotite, è stata da me osservata in un solo campione proveniente dal Passo Dosdè.

Considerazioni conclusive

Le rocce affioranti nell'alta Val Viola appartengono a due complessi rocciosi distinti fra loro per morfologia, litologia e rapporti strutturali.

Il complesso scistoso — costituito in prevalenza da micascisti, filladi e quarziti — ha carattere polimetamorfico. L'originaria formazione argilloso-arenacea è stata dapprima interessata da un metamorfismo generale di mesozona piuttosto profonda: in questo ambiente sono cristallizzati biotite, granato e — più rare — cianite, staurolite e sillimanite. Questi minerali sono poi in parte o del tutto regrediti durante un secondo processo metamorfico di epizona, cui è seguito un apporto sodico che ha prodotto la locale albitizzazione degli scisti. A questa diaftoresi, esercitatasi in modo selettivo e con intensità crescente da S a N, si deve l'attuale inomogeneità del complesso scistoso, in cui prevale una facies micascistosa a meridione ed una filladica a settentrione. Atti deformanti postcristallini hanno infine determinato l' insorgere di numerosissimi piani di scorrimento macro e microscopici.

L' intrusione di masse magmatiche granitiche e granodioritiche al Pizzo Bianco e al Passo di Val Viola ha interessato — come risulta dalla successione minerogenica riscontrata nei campioni studiati — una zona piuttosto superficiale della crosta: tale intrusione è stata presumibilmente guidata dalla giacitura subverticale degli scisti incassanti. E' verosimile che gli affioramenti di rocce granulari rilevati in Val Viola facciano parte di un' unica manifestazione intrusiva che ha le sue maggiori testimonianze nella vicina Val di Campo.

Quanto ai filoni basici della Val Cantone non ho potuto raccogliere elementi utili ad accertare un possibile legame con le intrusioni descritte. Penso tuttavia che i filoni e i piccoli ammassi di diabase siano da attribuire ad un plutonismo basico distinto nel tempo da quello di tipo più acido.

Il complesso gneissico — formato da gneiss minuti, embrechiti ed anatessiti — deriva da un'originaria formazione arenaceo-marnosa sottoposta a più fasi, forse anche a più di un ciclo metamorfico. Biotite, granato, cianite e staurolite indicano per il me-

tamorfismo più antico un ambiente di mesozona. La parziale regressione di questi minerali — accompagnata dalla cristallizzazione di sericite, clorite ed epidoto — e la contemporanea deformazione della compagine litica attestano invece un secondo processo metamorfico di epizona. L' intimo deformarsi della roccia ha probabilmente facilitato durante questo secondo stadio il manifestarsi di un apporto alcalino, cui si deve la parziale metasomatosi dei minerali preformati, della muscovite in particolare. La natura di tale apporto è essenzialmente potassica, e in parte forse anche silico-alluminosa, risultando i letti di neosoma e gli aggregati occhiadini quasi esclusivamente costituiti da quarzo e microclino. Il plagioclasio, in genere associato ai letti fillitici, sembra invece appartenere al paleosoma di cui condivide la parziale alterazione e le frequenti strutture di corrosione.

Nel complesso, le migmatiti descritte si possono ritenere originate per feldspatizzazione selettiva e concordante di una formazione gneissica a struttura minuta. La selettività del processo è legata alla composizione dei tipi gneissici, alla loro struttura e al conseguente diverso comportamento meccanico nei confronti delle forze agenti. Tali caratteri, uniti all'aspetto stratoide e alla mancanza di graniti anatettici, mi inducono a collegare questo complesso migmatico alle « migmatiti stratoidi » descritte da Jung et Roques (5).

Milano, Istituto di Mineralogia, Petrografia e Geochimica dell' Università, settembre 1965.

Riassunto

Si espongono i risultati delle ricerche petrografiche condotte sulle formazioni rocciose dell'alta Val Viola (Sondrio).

Nell'area rilevata si è riconosciuto a N un complesso micascistoso-filladico, a S un complesso gneissico con diffusi fenomeni migmatici.

Si sono distinte nel primo complesso una facies micascistosa a biotite, muscovite e granato, ed una facies filladica a sericite e clorite.

Nel secondo complesso è stata rilevata dal basso verso l'alto la successione di anatessiti biotitico-granatifere, di gneiss minuti a due miche e di migmatiti indistinte con particolare prevalenza di embrechiti occhiadine biotitico-muscovitiche.

Si è osservato che tutte le metamorfiti studiate presentano i caratteri di un duplice metamorfismo, che fu dapprima mesozonale, successivamente

di epizona con regressione più o meno profonda dei minerali preformati. Si è inoltre manifestato negli gneiss un apporto prevalentemente potassico sin-postcinematico a carattere selettivo e concordante.

Entro gli scisti sono stati anche osservati piccoli ammassi granitici e granodioritici e numerosi filoni di diabase microgranulare.

Summary

In this paper you will find the results of the petrographycal researches carried out on the rocky formation at the upper Viola Valley (Sondrio).

In the area we considered, a micaschist-phyllite complex to the North, and a gneissic one with diffused migmatic phenomena to the South, have been identified.

In the first complex we could distinguish a biotite-muscovite-garnet facies and a sericite-chlorite-phyllite one.

In the second complex we could notice, from down upward, a series of biotite-garnet anatexites, of fine-grained two micas-bearing gneisses and of indistinct migmatites in which some biotite-muscovite augen embrechites were prevalent.

All the metamorphic rocks we have surveyed are characterized by a double metamorphism which was at first mesozonal, then epizonal with a higher or lesser retrocession of the minerals preformed. We could also notice in the gneisses a potassium sin-postkinematic metasomatism with a selective and concordant character.

In the schists there are also small granitic and granodioritic masses and a large number of layers of microgranular diabase.

BIBLIOGRAFIA

(1) ANDREATTA C., 1954 - La Val di Peio e la catena Vioz-Cevedale. *Acta geol. Alpina*, n. 5, Bologna.

(2) BURRI C., 1959 - Petrochemische Berechnungsmetoden auf Aequivalenter Grundlage, Stuttgart, pp. 334.

(3) D'AMICO C., 1961 - Sulla utilizzazione del concetto di metablastesi per molte metamorfiti sudalpine. *Rend. Soc. Min. It.*, vol. 17, pp. 219-244.

(4) DE MICHELE E., 1963 - Migmatiti della Val di Sacco (Val Grosina, Sondrio). *Atti Soc. It. Sc. Nat.*; vol. CII, Fasc. II.

(5) JUNG J. - ROQUES M., 1952 - Introduction à l'étude zonéographique des formations cristallophylliennes. *Bull. Serv. Carte Geol. France*, n. 235, vol. 50, pp. 1-62.

(6) KOENIG M. A., 1964 - Geologisch-petrographische Untersuchungen im oberen Veltlin. Tesi di laurea per il dottorato, E. T. H., Zürich, pp. 187.

(7) MALARODA R. - SCHIAVINATO G., 1958 - Le anatessiti dell'Argentera. *Rend. Soc. Min. It.*, vol. 14, pp. 249-274.

(8) PICCOLI G., 1958 - Il problema delle migmatiti attraverso mezzo secolo di ricerche. *Periodico di Mineralogia*, Roma, pp. 1-87.

(9) Potenza R., 1963 - La serie micascistoso--filladica dell'alta Valtellina. *Rend. Ist. Lomb. Sc. Lett.*, vol. 97, pp. 417-432.
(10) Staub R., 1912-45 - Geologische Karte der Bernina Gruppe. *Schweiz. Geol. Komm.*, Spezialkarte 90, 1:50000.
(11) Theobald T., 1866 - Die südöstlichen Gebirge von Graubunden. *Beitr. Geol. Karte d. Schweiz.*, Chur, 3 Lief. Bd. 15.
(12) Tröger W. E., 1956 - Optische Bestimmung der gesteinsbildenden Minerale. Stuttgart, pp. 147.

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA II

Schizzo geologico-petrografico dell'alta Val Viola (Sondrio).

1. Quaternario: morenico (coi principali cordoni), detrito, alluvioni e ghiacciai. - 2. Paragneiss minuti a due miche. - 3. Migmatiti indistinte con particolare prevalenza di embrechiti biotitico-muscovitiche. - 4. Anatessiti biotitico-granatifere. - 5. Quarziti. - 6. Filladi quarzifere, localmente albitizzate. - 7. Micascisti granatiferi. - 8. Graniti e granodioriti. - 9. Filoni di porfiriti labradoritiche. - 10. Filoni e piccoli ammassi di diabasi. - 11. Cataclasiti, miloniti e zone tettonizzate su anatessiti (4) e micascisti (7).

SCHIZZO GEOLOGICO-PETROGRAFICO DELL' ALTA VAL VIOLA

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA III

Fig. 1. — *Granito* (Pizzo Bianco). Porfiroblasto di microclino con smistamenti micropertitici e inclusi di plagioclasio saussuritizzato.

Nicols +, ingr. 20

Fig. 2. — *Gneiss epibolitico* (Corno di Dügürale). Porfiroblasto di oligoclasio a struttura peciloblastica.

Nicols +, ingr. 130

Fig. 3. — *Embrechite anfibolica* (Cima Lago Spalmo). Implicazioni micropegmatitiche in un cristalloblasto di oligoclasio.

Nicols +, ingr. 150

Fig. 4. — *Anatessite* (Corno di Dügürale). Lamine di muscovite corrose e sostituite dal feldspato potassico microgranulare.

Nicols +, ingr. 130

Fig. 1

Fig. 2.

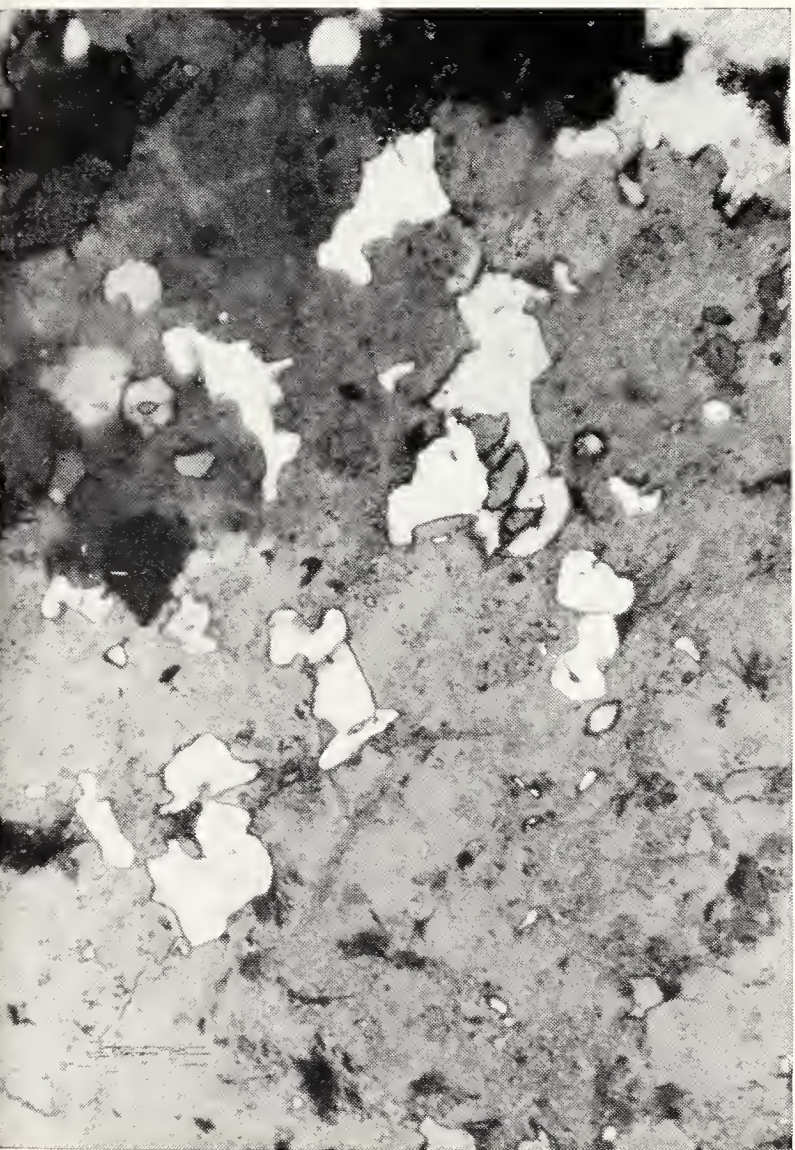



Fig. 3.

Fig. 4.

Giovanni Abrami

IPOTESI SULL' EVOLUZIONE DELLA MORFOLOGIA ED IDROLOGIA CARSICA (*)

Premessa

Il presente lavoro nasce dopo una serie di ricerche ed osservazioni, in parte già pubblicate, svolte specialmente nelle regioni venete del Montello, dell'Altipiano dei Sette Comuni, del Cansiglio e del Carso Triestino.

Esso, tenendo presenti le conoscenze finora acquisite specie da alcune scuole di speleologia italiane e straniere, vuole tentare di esporre una visione unitaria dell'evoluzione del carsismo. E' parso con ciò necessario spesso il proporre una rivalutazione di termini e concetti (1).

D'altra parte non sono stati considerati problemi come quelli relativi ai processi di sedimentazione e quindi di riempimento delle cavità sotterranee, ed altri ancora che meriterebbero una diffusa trattazione a parte.

Considerazioni generali e definizioni

La circolazione idrica nelle rocce carsificabili è un caso particolare che riguarda l' invasione della crosta terrestre da parte delle acque. Diremo che questa condizione, se è dovuta potenzial-

---

(*) Lavoro eseguito e pubblicato con il contributo del Comitato Scientifico Centrale del Club Alpino Italiano.

Ringrazio vivamente il chiar.mo Prof. Giuseppe Nangeroni per i preziosi consigli e per il Suo interessamento.

(1) P. Chiesa (1963), rileva la necessità di una elaborazione delle teorie speleogenetiche utilizzando più ampiamente le leggi dell' idraulica, della meccanica e della fisico-chimica, in quanto secondo l' Autore, qualsiasi interpretazione puramente qualitativa dei fenomeni, non può che indurre a visioni spesso parziali o suggestive che non sentono l'esigenza di una rigorosa impostazione dei problemi e di una riconferma delle soluzioni proposte.

mente al sollevamento delle regioni montuose rispetto al livello del mare, è influenzata e resa possibile spesso dall' incisione delle valli da parte dei corsi superficiali e quindi da un dislivello immediato che più in generale potremo dire sussiste fra una circolazione superficiale ad una quota più elevata, ed un'altra a quota più bassa. Naturalmente saranno dei corsi superficiali che innanzitutto si incaricheranno del relativo trasporto delle masse d'acqua; queste cioè per legge di gravità tenderanno a scendere verso il basso.

E' chiaro però che passando al livello inferiore, l'acqua sarà capace di produrre un certo lavoro, lavoro misurato dalla corrispondente diminuzione della sua energia potenziale o cinetica.

Si formeranno in pratica profonde erosioni nei fianchi delle vallate. Attualmente però si osserva che in moltissime regioni montuose, non tutta l'acqua supera il dislivello attraverso corsi superficiali, anzi in certi casi essi si presentano del tutto inattivi.

L'acqua deve aver cioè trovato naturalmente altre vie per superare il dislivello; queste sono rappresentate dai corsi sotterranei.

Le masse d'acqua tendono infatti sempre a seguire la via più verticale o diretta nel superamento di un dislivello e ciò per la stessa forza di gravità.

Le fratture della massa rocciosa e quindi la sua permeabilità devono offrire proprio tale possibilità. Il lavoro globale dell'acqua nelle cavità sotterranee potremo considerarlo grosso modo uguale a quello di prima, ma è chiaro che vi saranno condizioni diverse in cui l'acqua stessa viene ad agire.

Parleremo così di una azione chimica di corrosione e fisica di erosione combinate in tutti i rapporti possibili a seconda dei vari tipi di roccia ([2]).

In genere appare difficile il poter calcolare tale rapporto, per la difficoltà di stabilire le variabili che lo determinano.

Per quanto riguarda la solubilità della roccia, l'esperienza ci può dimostrare per esempio che, se questa è condizione particolarmente importante ai fini di rendere possibile la formazione di

---

([2]) J. Roglic (1957), A. Pasa (1959), ed altri Autori, sottolineano l' importanza dei processi biochimici e pedologici dai quali deriverebbe in gran parte la possibilità di dissoluzione delle rocce calcaree.

imponenti cavità e di altri fenomeni relativi, il suo alto valore non è indispensabile ai fini dello sviluppo di una qualsiasi circolazione sotterranea (3).

Noi ci riferiremo sempre nel presente lavoro ad una circolazione sotterranea quale può stabilirsi in un qualsiasi massiccio montuoso aldisopra di un determinato livello di base. Si parlerà perciò di carsismo, di idrologia carsica o di fenomeni carsici, considerando le conseguenze di detta circolazione nei vari tipi di strutture rocciose (4).

Sarà utile ora chiarire ciò che noi intendiamo per complesso carsico e per sistema carsico. Nel primo caso ci riferiremo a tutti i fenomeni carsici, sia superficiali che profondi, che interessano tutta una determinata regione con caratteristiche strutturali-litologiche uniformi.

Tanto per fare un esempio diremo che l' Altipiano dei Sette Comuni è un complesso carsico delimitato a Nord ed ad Est dalla Val del Brenta o Valsugana, a Sud dalla pianura ed ad Ovest dalla Val d' Astico. Detto complesso, che appare così ben definito nei suoi limiti idrografici, presenta una serie di sistemi carsici più o meno attivi e sviluppati con scarico nei diversi versanti.

Per sistema carsico intendiamo tutti quei fenomeni legati allo sviluppo di una ben differenziata condotta sotterranea che interessa una definita area di assorbimento ed uno scarico localizzato in un determinato versante. Il sistema dell' Oliero è ad esempio il principale sistema di scarico che attualmente interessa lo stesso complesso dell'Altipiano dei Sette Comuni.

---

(3) M. Gortani (1934), distingue una idrografia carsica da una idrografia sotterranea non carsica. Considera però la prima come un caso particolare della circolazione idrica in rocce fessurate. In un lavoro successivo (1937), parla poi di aree carsiche e semicarsiche attraverso un criterio geologico di cui disporre per compilare le carte della permeabilità delle rocce. F. Anelli (1963), parla di fenomeni carsici, paracarsici e pseudocarsici, ponendoli essenzialmente in relazione al grado di solubilità delle rocce.

(4) Numerosi Autori lasciano intravvedere la necessità di cogliere un aspetto universale per la circolazione nelle rocce fessurate.

G. Perna (1955), A. Cavaille (1962), per esempio, tentano di definire alcuni aspetti della circolazione sotterranea riferendoli a sistemi carsici teorici.

Le fasi dell'evoluzione della circolazione sotterranea

Abbiamo, sia pur brevemente, introdotto alcune osservazioni iniziali su una regione carsificabile, nella quale cioè esistono le premesse per lo sviluppo dei sistemi carsici.

Si accetta con ciò l' ipotesi di una primitiva lenta invasione da parte delle acque, di tutta la massa rocciosa, attraverso le fessure e con varie modalità a seconda del tipo di struttura rocciosa. Con ciò ci si riallaccia a quelle che sono le vedute sulla penetrazione in profondità delle acque meteoriche con formazione relativa di una falda freatica, ormai classiche per l' idrografia sotterranea ([5]). Precisamente diremo che questa è condizione prima e necessaria per la evoluzione di un qualsiasi sistema carsico.

In questa situazione l' acqua non modifica che ben poco la struttura degli spazi liberi, anche se la roccia può in effetti subire un attacco chimico specie ove avviene, come ai margini della falda, un certo ricambio idrico. Non possiamo certo dire quanto questo fatto possa influire sulla evoluzione successiva dell' idrologia sotterranea, ma è certo che sviluppati sistemi di fratture possono d' altro canto in rocce chimicamente più resistenti, compensare questa primitiva azione chimica. In detta situazione (se riteniamo minime le perdite della falda), la circolazione attiva di superficie, può permanere favorita da questa specie di cuscinetto idrico sotterraneo.

In seguito però, con l'approfondimento dei principali corsi superficiali e con la formazione relativa delle valli esterne, le masse rocciose vengono direttamente a trovarsi scoperte da più lati.

E' importante ricordare a questo punto i concetti di livello di base locale, considerato come il livello più basso verso cui

---

([5]) A. Grund (1903), riporta il concetto dell'acqua di fondo per i massicci calcarei. L'acqua cioè riempirebbe tutte le fessure o le cavità al disotto di un dato livello che oscillerebbe verso l'alto o verso il basso a seconda delle vicende meteoriche. Tale concetto verrà poi ripreso da numerosi altri Autori di tutte le scuole.

E. A. Martel (1921), è dell'opinione invece, e come lui altri Autori specie della scuola francese, che le acque nei terreni calcarei circolerebbero in vene, ruscelli o fiumi, similmente ai corsi superficiali. Secondo l' Autore mancherebbero cioè vere falde acquee secondo quanto succede per i terreni d' imbibizione.

si convogliano e scorrono le masse idriche di superficie in un determinato luogo; di livello di base regionale, che può essere dato da un lago o da un penepiano in cui convergono i fiumi; ed infine di livello di base universale dato dalla superficie del mare ([6]).

I vari livelli sono fra loro dipendenti, precisamente il mare rappresenta il limite della evoluzione dei livelli di base.

Per una regione circoscritta, il fiume segna invece il limite dei livelli di base locali.

Parlando a sua volta di livello di base carsico, noi diremo che è il livello più basso entro una massa rocciosa, in cui avviene una veloce ed organizzata circolazione delle correnti idriche ([7]). Esso può coincidere o meno con la superficie libera della falda sotterranea o specchio freatico, ma in ogni caso esso tende a portarsi al livello di questo. Sia l'uno che l'altro tendono peraltro a portarsi al livello di base locale.

Vedremo ora come può instaurarsi una veloce circolazione all' interno delle masse rocciose e quali possono essere i vari momenti di questa evoluzione.

Abbiamo detto che con l'escavazione delle valli e quindi con un notevole abbassamento del livello di base locale, le masse roc-

---

([6]) M. Gortani (1934), è dell'opinione che il fenomeno carsico sia intimamente connesso con la posizione locale del livello di base e parla di una dipendenza dei sistemi sotterranei dai livelli di sbocco e quindi dall'escavazione valliva. Secondo l' Autore si ha quindi una correlazione fra fenomeno carsico e le fasi del ciclo d'erosione esterna.

Tali opinioni sono riportate anche da altri Autori.

Per esempio H. P. Woodward (1963), riassumendo un po' concetti propri della scuola americana, riporta una classificazione dei livelli di base che è stata ripresa in parte in questo lavoro.

([7]) La questione del livello di base viene riportata da A. Bourgin (1945), al seguente schema: 1) l' idrologia carsica deriva da una situazione preesistente nella fessurazione derivata per cause tettoniche; 2) le condizioni stratigrafiche e non topografiche giocano un ruolo importante per la traccia delle condotte, per i punti d'emergenza, ecc.; 3) le fessure capillari non hanno importanza per l' idrografia carsica; non si può quindi stabilire un qualche livello di base idrostatico; 4) può esistere, nei sistemi delle condotte carsiche, una zona con circolazione sotto pressione da considerarsi a carattere temporaneo e una zona con circolazione libera; 5) l' infossamento delle acque fa diminuire la zona a circolazione sotto pressione; 6) le riserve idriche nei terreni carsici sono nulle, cioè il regime dei corsi sotterranei è torrentizio; 7) il ciclo carsico si chiude quando tutta la circolazione ridiventa libera.

ciose vengono a trovarsi scoperte ai lati. In queste condizioni la falda acquifera diverrà libera (falda libera) e quindi aumenteranno sensibilmente le perdite idriche per evaporazione o per fuoriuscita attraverso le fessure specie nelle zone più prossime al livello di base locale. S' inizierà così una sensibile circolazione dell'acqua all' interno della massa rocciosa, sia pure contrastata dalla ristrettezza dei passaggi e dall'adesione delle molecole fluide alla roccia. Vengono in tal modo a crearsi le condizioni per una più attiva opera di soluzione da parte dell'acqua ([8]).

La falda però tenderà ancor più ad abbassarsi specie sui fianchi, mentre più attivo diviene l'assorbimento in superficie per reintegrare le perdite idriche. In definitiva vengono a crearsi le premesse per una circolazione veloce ed organizzata che riguarderà tutta la massa rocciosa; chiameremo questa situazione fase pre-carsica.

Infatti se consideriamo l'esistenza di uno scarico favorito attraverso le fratture della massa rocciosa o attraverso l' interstrato od in qualsiasi altra situazione, ma in ogni caso situato molto vicino al livello di base locale, è facile prevedere come in sua relazione si potrà avere un particolare incremento della circolazione sotterranea.

In questo caso avremo il massimo dislivello possibile in quel momento rispetto alla superficie assorbente, quindi massima pressione idrostatica data dalla falda contenuta nella massa rocciosa aldisopra dello stesso punto di scarico ([9]).

Non sarà poi ancora difficile prevedere ben presto la formazione di una condotta che dal punto di scarico tenderà a svilupparsi verso l' interno del massiccio roccioso.

Ma quali saranno almeno inizialmente la direzione e le condizioni di tale sviluppo ?

([8]) J. H. Gardner (1935), esprime il parere che lungo le fratture saturate dall'acqua avvengono soluzioni di modesta entità, mentre l'azione determinante viene esercitata da un flusso attivo verso il basso per gravità.

([9]) J. H. Gardner (1935), nella sua teoria d' invasione, parla di una speleogenesi attivata dal basso, attraverso uno sbocco da cui l'acqua di infiltrazione o d'altra origine, può essere evacuata. L'acqua sotterranea statica, trovantesi in una zona freatica superiore, secondo l' Autore viene messa in moto verso il basso in seguito all'approfondimento di una vallata, fatto che permette all'acqua rinchiusa di uscire all'aperto.

E' evidente in questo senso l' importanza della situazione strutturale della massa rocciosa ed eventualmente un certo lavoro di allargamento delle fessure già fatto dall'acqua come s'è detto precedentemente ([10]). In ogni caso il processo di sviluppo di una condotta interessata ad una veloce circolazione idrica non può essere improvviso.

Particolare importanza deve avere poi il livello della falda freatica; essa come s'é detto dipenderà dalla quantità delle precipitazioni e quindi dalle perdite nei vari punti all'esterno.

Se noi ora pensiamo che il livello stesso rimanga abbastanza costante in un certo periodo di tempo, possiamo dire che l' incremento dello scarico nel punto favorito, sarà uguale alla diminuzione globale delle perdite negli altri punti della falda libera. Potremo ancora dire con sufficiente probabilità che in questa situazione si svilupperà verso l' interno quella condotta la cui pendenza più si avvicina a quella media dello specchio freatico.

Questa condotta potremo considerarla la prima via a circolazione attiva e veloce che s' incarica di portare all'esterno le acque che tendono a far aumentare il livello della falda stabilitasi in quelle condizioni.

Chiameremo questo stadio fase giovanile del sistema carsico.

D'altra parte aggiungeremo che se la situazione dello specchio freatico in un certo momento (esso è in genere rappresentabile con una curva) tende a determinare la pendenza della condotta, il culmine della falda e cioé il punto più alto dello stesso specchio freatico, potrà essere considerato quale punto più interno od iniziale della condotta in questione. Chiameremo questo *punto di apporto*.

Si potrà in conclusione rappresentare teoricamente la condotta nella fase giovanile, con un segmento che unirà il culmine della falda freatica con il punto di scarico (Fig. 1: f. g.).

Tale situazione rappresenterebbe, qualora potesse realizzarsi in questo modo, la strada più corta nel superamento del dislivello

---

([10]) H. LEHMAN (1932), ritiene indispensabile per lo sviluppo della idrografia carsica la presenza di cavità o vani interni originati per cause tettoniche, atti ad impartire una caratteristica propria al deflusso sotterraneo fin dall' inizio. Egli parla anche di una circolazione sotterranea a carattere torrentizio ed indipendente con zone a circolazione libera o sotto pressione.

utilizzabile nella massa rocciosa da una determinata massa di acqua.

Vediamo ora quali sono i fatti che caratterizzano questa fase giovanile.

La traccia della prima condotta stabile, ove l' acqua tende sempre ad aprirsi un passaggio più agevole, suddivide la massa rocciosa in due zone. La superiore o *zona di percolamento,* è interessata da una attiva circolazione sia pure a carattere lamellare fra le diaclasi e le altre fessure, che porta l'acqua dalla superficie verso vari punti della condotta differenziata o verso lo specchio freatico. Attraverso però le fessure più o meno ampliate dalla precedente storia evolutiva e collegate con la condotta, la possibilità del percolamento e quindi di un richiamo per tutta la massa idrica, è maggiore; l' acqua scendendo inizia un processo per il quale le fessure stesse vengono ad ampliarsi soprattutto dal basso verso l'alto (camini di percolamento); s' inizia in pratica il processo dell'erosione inversa del quale parleremo più avanti.

Con l' attivazione del percolamento, anche l' assorbimento idrico delle acque superficiali diviene via via più intenso, favorito a sua volta da eventuali diramazioni secondarie della condotta stessa.

A questo punto possiamo considerare che abbia inizio, specie in corrispondenza delle fratture e dei punti di assorbimento più attivi, la evoluzione di forme carsiche superficiali.

L'evoluzione di alcune forme superfciali, comunque, sarà trattata più avanti.

Tornando invece alla nostra massa rocciosa, osserveremo una seconda zona che sarà sottostante alla condotta di cui parlavamo.

Essa manterrà le caratteristiche di una zona freatica il cui livello sarà ancora sostenuto dall'area percolante ([11]). La falda agirà così, questa volta rispetto alla condotta sotterranea, da cuscinetto idrico.

([11]) J. CVIJIC (1918), definisce per un massiccio carsico tre zone idrauliche: una zona secca, considerata nella parte più alta della massa carsica, percorsa dall'acqua solo dopo il periodo delle pioggie, una zona di transizione idrografica, con vene d'acqua costanti e con circolazione ostacolata eventualmente dalla ristrettezza dei passaggi, ed una zona costantemente percorsa dall'acqua, in cui tutte le fessure sono impregnate. Le tre zone tenderebbero ad evolversi progressivamente verso il basso.

Bisogna sottolineare però che in questo caso, la condotta stessa indurrà una certa circolazione all' interno della falda perdendo od assorbendo da questa parte dell'acqua.

L'ulteriore sviluppo della condotta porta ben presto però dei fatti nuovi.

L'azione di allargamento dovuta alle masse fluide porta la condotta stessa, specie nei periodi di bassa alimentazione idrica, dallo stato primitivo, per cui possiamo presumere una circolazione

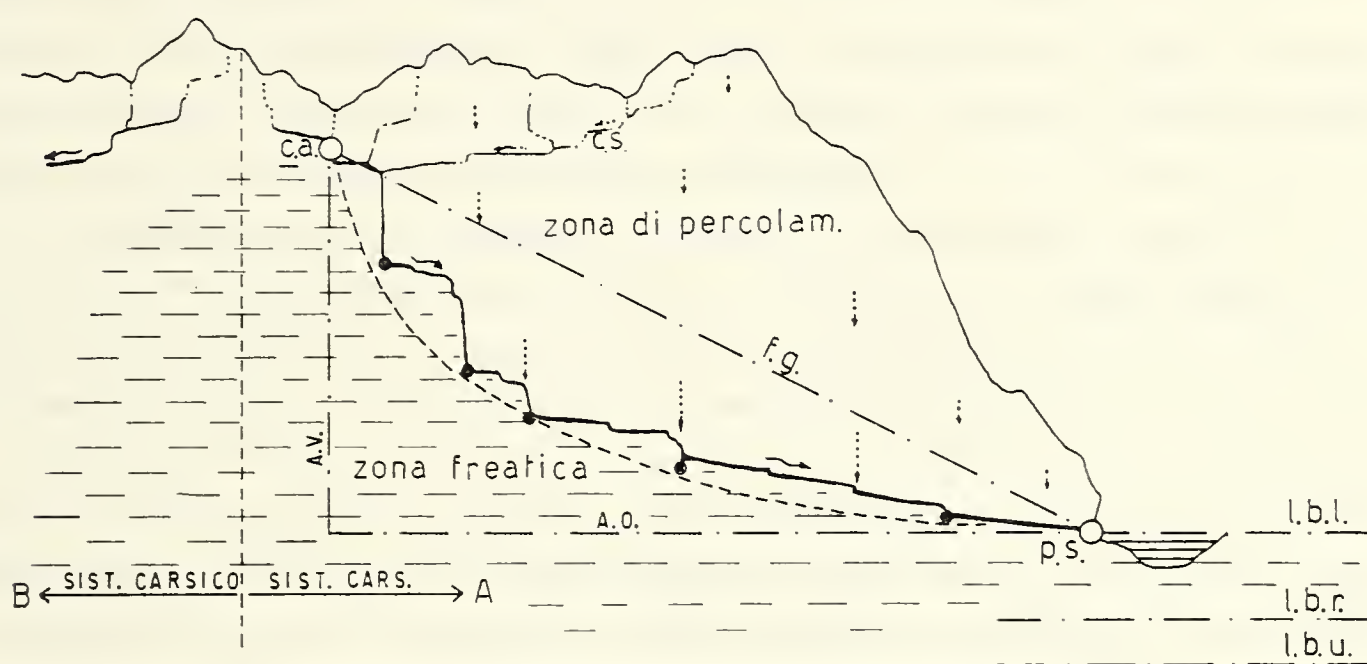



Fig. 1. — Schema dell'evoluzione di un sistema carsico teorico. A.O. = asintoto orizzontale, A.V. = asintoto verticale, c.a. = centro di apporto, c.s. = condotta secondaria, f.g. = fase giovanile, p.s. = punto di scarico; (altre spiegazioni nel testo).

delle masse fluide a pressione, ad una situazione con scorrimento a pelo libero. Diremo cioè che la capacità di trasporto e scarico in questo caso diviene notevolmente superiore alla massa d'acqua disponibile per una veloce circolazione. Chiameremo questo stadio dell'evoluzione del sistema carsico, *fase matura*.

La condotta ora tenderà a richiamare ancora più attivamente le correnti idriche dalla zona di percolamento.

Di conseguenza si avrà una diminuzione sensibile dell'alimentazione della zona freatica, che tenderà via via ad abbassarsi.

A sua volta questo fatto favorirà ogni processo che porterà ad un approfondimento della circolazione veloce. Verranno in pratica a formarsi nuove condotte. Precisamente a monte potranno

prevalere condotte verticali, attraverso cui l'acqua tenderà a riportarsi, allargando sempre più le fessure del fondo della condotta primitiva ed attraverso la strada più diretta, ai nuovi livelli della falda freatica. A vallė della stessa condotta, se consideriamo costante il livello del punto di scarico, lo stesso processo favorirà lo sviluppo di quelle condotte che avranno la pendenza minore, che cioè a loro volta tenderanno a riportare sullo specchio freatico il livello a cui avviene la circolazione veloce.

Di fatto diremo che nel primo caso, cioè a monte, la condotta tende ad una situazione di verticalità (chiameremo questo tratto *condotta collettrice di apporto*), mentre il tratto più a valle tende ad una situazione di orizzontalità (*condotta colletrice di scarico*).

La Fig. 1 riassume i concetti proposti con un grafico, che vuol rappresentare i momenti caratteristici di questa evoluzione.

Da uno stato iniziale con circolazione a pressione (fase giovanile, rappresentata teoricamente dalla linea che unisce il punto di apporto con il punto di scarico, e che viene ad essere così l'ipotenusa del triangolo riportato), noi possiamo osservare per la condotta uno stato intermedio, ricostruendo una curva in base alle profondità massime raggiunte dalla condotta stessa in quella situazione. Il limite del processo di approfondimento, è rappresentato dai due lati del triangolo retto, essi sono cioè lo stato limite (asintoti) a cui tende la curva che rappresenta la situazione della condotta, curva che possiamo sempre far risalire al tipo delle equilatere.

E' opportuno far osservare come nella situazione limite, il livello dello specchio freatico, mentre corrisponde praticamente con quello della condotta di scarico, coincide in tutta la sua estensione col livello di base locale.

Tale situazione ancora, giustifica un sistema carsico di equilibrio, nel quale cioè è minimo il lavoro delle masse idriche sulla roccia. Infatti un tale sistema ha una condotta verticale, attraverso la quale l'acqua dalla superficie può attraversare, secondo la via più diretta, la massa rocciosa facendo il minor lavoro possibile, cioè « cadendo a vuoto ».

L'energia cinetica accumulata nella caduta libera, produrrà però un lavoro nel punto di caduta, provocando per esempio infossamenti. Lo scarico attraverso il tratto orizzontale sarà invece lento e continuo.

Osservando ora le condotte che via via vengono abbandonate dalle correnti attive, vedremo una serie di fenomeni dovuti ad una circolazione e percolamento residui; parleremo cioè di una fase senile ([12]).

In pratica si osserva però, che nel processo che tende a portare naturalmente le condotte verso uno stato limite e quindi il fenomeno carsico ad uno stato di equilibrio, si viene a sovrapporre un secondo fatto, che riguarda più in generale il fenomeno dell'abbassamento dei livelli di base.

Con l'approfondimento della valle all'esterno infatti, il primitivo punto di scarico viene a trovarsi « sospeso » ad un livello sempre più alto rispetto al corso del fiume.

In tal modo la condotta primitiva potrà avere, specie nelle zone più vicine allo sbocco, delle perdite per drenaggio attraverso le fessure del fondo, specie se queste permettono una circolazione sempre più intensa verso nuovi sbocchi sottostanti.

Tale processo, analogo a quello che abbiamo già visto per la condotta di apporto, anche in questo caso sarà determinato da un abbassarsi della falda freatica nella massa rocciosa, in relazione a perdite maggiori lungo il tratto scoperto dall'approfondimento vallivo e particolarmente a sua volta attraverso il nuovo sbocco in via di formazione.

Riferendoci allo schema rappresentato, dovremo così tracciare a questo punto un altro segmento, che rappresenti un altro asintoto orizzontale quale nuovo stato limite per l'evoluzione delle condotte di scarico del sistema considerato. A sua volta per le condotte di apporto, noi parleremo di un approfondimento delle voragini.

Chiameremo tutta questa nuova serie di fenomeni che porteranno ad una nuova situazione tutto il sistema carsico, fase di ringiovanimento ([13]).

([12]) Come è stato accennato, già all'inizio, questa fase è caratterizzata dal fenomeno del riempimento. Esiste tutta una letteratura che ha affrontato i problemi ad esso connessi. Qui ricordiamo ad esempio il lavoro del TRIMMEL, e altri interessanti lavori presentati al Symp. Intern. di Spel. (Varenna, 1960).

([13]) Fase pre-carsica, fase giovanile, fase matura e fase di ringiovanimento, acquistano nel presente lavoro un loro particolare significato che non può prescindere dallo schema dell'evoluzione come qui viene proposto. Vari Autori, a seconda delle singole esperienze avute nello studio

In realtà su tale processo possono influire svariate condizioni locali, per cui vi saranno particolari modalità con cui i sistemi carsici potranno raggiungere le situazioni d'equilibrio. Vedremo poi per esempio la formazione dei sifoni.

Parlando ora di complessi carsici, noi osserveremo come in genere ci si trovi alla presenza di più sistemi, in relazione a diversi punti di scarico (14).

Ognuno di essi, una volta stabilitosi, nella sua evoluzione tenderà a contendere agli altri le masse d'acqua disponibili all' interno di uno stesso massiccio roccioso.

Si osserva così che in genere sono i sistemi con il punto di scarico posto al livello più basso che tendono a prevalere. Questo fatto porta spesso, specie in rocce altamente carsificabili, alla prevalenza assoluta di un sistema la cui condotta di scarico assume l'aspetto imponente di un vero fiume sotterraneo; un esempio è dato dal fiume Timavo, ma si hanno in natura altri numerosissimi casi. Vedremo comunque in seguito meglio questi ultimi fatti.

E' giunto infine il momento di dire che noi considereremo la cattura di un attivo corso superficiale che può interessare una regione carsificabile, come causa postuma dell'evoluzione dei sistemi carsici. Diremo cioè che, se la presenza di notevoli masse d'acqua

---

dei complessi carsici, danno spesso un diverso significato ad analoghi termini, limitando la definizione solo a particolari aspetti delle situazioni osservate.

Anche i termini: ciclo, fase o periodo, assumono diverso significato a seconda degli Autori.

E. Feruglio (1923), per esempio, nel suo lavoro ove espone una visione unitaria del fenomeno carsico per un intero complesso, parla di più cicli erosivi corrispondenti a vari livelli in cui osserva lo sbocco delle sorgenti.

Riferendoci anche ad altri lavori, noi diremo comunque che è sempre inesatto parlare di cicli nel significato di ritorno periodico per i sistemi carsici, di condizioni più o meno simili. Con ciò infatti ci si potrebbe ricollegare solo all' influenza eventuale delle condizioni climatiche che non sono però che una delle variabili che incidono sul processo generale di approfondimento. Questo infatti può essere sì interessato da varie fasi o stati intermedi più o meno definibili, ma sempre da inquadrarsi nel processo generale e continuo che tende a portare la circolazione sotterranea verso uno stato limite di equilibrio rispetto al livello di base esterno più basso.

(14) H. Lehman (1932), ed altri Autori, hanno particolarmente notato come si osservi spesso un piccolo numero di risorgive rispetto alla quantità delle bocche assorbenti.

in determinati punti può favorire la formazione di condotte attive in loro più diretta corrispondenza, la capacità dello scarico all'esterno e quindi l'evoluzione di una attiva condotta sottterranea, condiziona il graduale assorbimento del corso d'acqua stesso.

Questo non è quindi che un caso particolare nel quale considereremo il corso d'acqua in un certo modo come la prima condotta carsica al livello più alto ([15]).

Alcuni problemi relativi alle forme superficiali e profonde

a) *Doline* - Abbiamo visto come l'evoluzione delle forme superficiali venga posta in relazione ad un incremento dell'attività di assorbimento e quindi di dilavamento e trasporto, per il costituirsi di una idrografia profonda rappresentata da una condotta che s' incarica di uno scarico rapido e continuo verso un determinato punto all'esterno ([16]).

([15]) H. P. Woodward (1963), presenta una teoria sulla evoluzione della idrografia carsica definendola di « cattura dei corsi d'acqua ». Essa può essere schematizzata attraverso la seguente cronistoria speleogenetica: 1) area geografica favorevole e condizioni strutturali opportune; 2) periodo lento di soluzione chimica della roccia lungo fratture e fessure, sia nella zona d' infiltrazione (= percolamento o vadosa), che freatica; 3) flusso lento dell'acqua a livello dello specchio freatico, che non può però formare rilevanti cavità; 4) a causa di una discordanza improvvisa fra i livelli di base, s' inizia un flusso turbolento ed attivo a livello dello specchio freatico con formazione di cavità; 5) tale improvvisa attivazione provoca cattura di corsi superficiali; 6) si arriverà, dopo scomparsa del livello stesso, ad una situazione con nuovo flusso lento.

([16]) J. Cvijic (1918), pone una relazione fra la evoluzione dei sistemi profondi e la morfologia carsica superficiale. Egli parla di una I^a^ fase con zona idrografica sotterranea unica d' impregnazione omogenea a cui corrispondono in superficie valli normali o tutt'alpiù piccole doline. Ad una II^a^ fase si ha la costituzione delle 3 zone idrografiche (V. pag. 7) a sua volta con sviluppo in superficie di valli precarsiche e quindi di molte doline che si evolvono verso la situazione ad uvala e poi a polje. Alla III^a^ fase le forme scompaiono ove viene eventualmente ad essere messo in luce un basamento roccioso impermeabile. Dalle forme concresciute e fuse si passa a vere valli carsiche, corrispondentemente si ha appiattimento delle polja. Infine si avrebbe una IV^a^ fase in cui il calcare sparisce, sostituendosi una idrografia superficiale normale sul terreno impermeabile. L'Autore, come si può notare considera un vasto complesso di situazioni; nella nostra relazione ci si limita ad un caso più definito e limitato nella sua evoluzione.

E' chiaro come la presenza di profonde diaclasi sia una condizione determinante per l'evoluzione della morfologia carsica superficiale, e quindi per rendere possibile l'attività di erosione-corrosione in loro corrispondenza ([17]). Tale attività è legata a quel tipo di minima circolazione superficiale che viene a realizzarsi subito dopo le precipitazioni a contatto con i primi strati rocciosi.

La fig. 2 vuole rappresentare uno schema teorico di evoluzione ordinata limitato alle forme dolinari, partendo da una determinata situazione iniziale. Se in effetti possiamo considerare una morfologia dipendente anche da fattori spesso eterogenei, per cui una stessa forma può essere dovuta a cause diverse, un'analisi statistica delle varie forme superficiali di un complesso carsico, può dare sempre dei dati significativi alfine di individuare una storia evolutiva del tipo di quella proposta ([18]).

Osservando sempre lo schema, diremo che la prima comunicazione fra la circolazione superficiale e profonda avviene attraverso la diaclase D.

Con l'attivazione del percolamento, attraverso la fessura comincia ad aversi una regolare circolazione delle lamelle idriche. L'alimentazione sarà a carico di un'area Ad circoscritta attorno alla fessura. Avrà così inizio il processo di erosione-corrosione, su tutta l'area Ad che sarà tanto più intenso quanto più grande sarà la capacità di assorbimento lungo tutta l'estensione della fessura. Le frecce riportate sullo schema, interessando un punto da ritenersi situato superficialmente sul piano della diaclase, col loro modulo indicano una intensità di erosione-corrosione presunta in un dato momento, con la direzione un relativo piano perpendicolare o parallelo alla diaclase stessa su cui essa agisce, col verso la tendenza d'ampliamento della morfologia dolinare.

Il primo stadio dell'evoluzione, con prevalenza di un'azione sia pur lenta, ma diffusa su tutto un piano orizzontale, sarà dato dalla dolina a piatto. Col differenziamento poi di punti lungo il piano della frattura stessa nei quali si ha una intensificazione dell'assor-

---

([17]) A. G. Segre (1948), parla di aree di raccolta dove le acque « lavorano » il calcare, particolarmente lungo qualche diaclase maggiore; qui si manifesterebbe secondo l' Autore, un centro di attività carsica, che a sua volta si farebbe risentire su una determinata superficie.

([18]) A. G. Segre (1948), riporta un capitolo assai interessante per quanto riguarda le applicazioni morfometriche relative alle forme carsiche, al quale rimandiamo per ogni notizia in merito.

bimento, la dolina a piatto originerà nuove forme quali quelle a scodella e quindi ad imbuto ed a pozzo (nello schema si considera

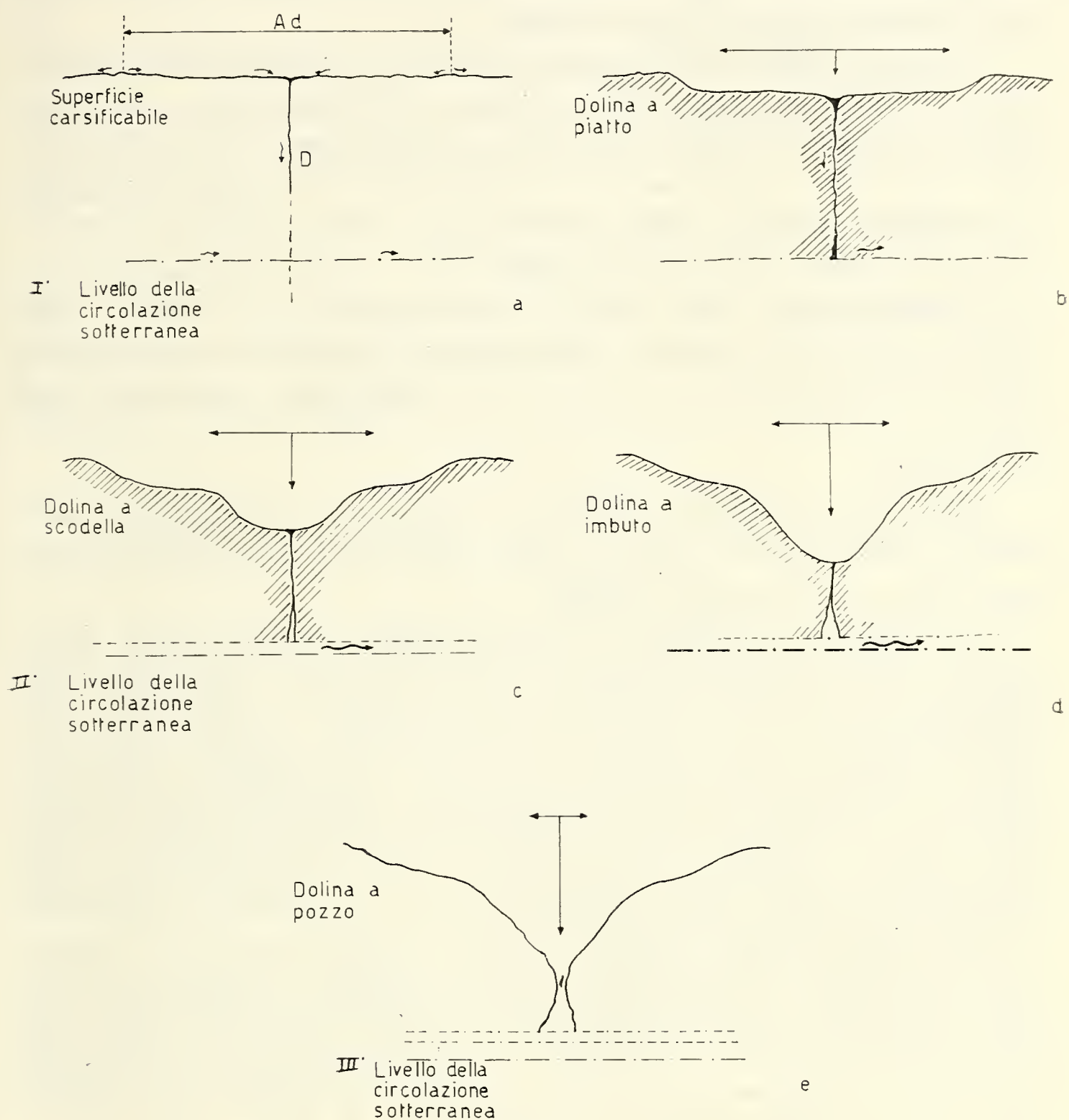



Fig. 2. — Schema teorico della evoluzione di alcune forme dolinari (spiegazioni nel testo).

come se dalla dolina madre derivasse in un solo punto una forma che via via subisce ulteriore evoluzione) ([19]).

([19]) C. D' Ambrosi (1959-60), riporta concetti interessanti riguardanti la azione di erosione-corrosione secondo uno schema che vuole riferirsi ad un quadro genetico generale delle forme carsiche.

Tale fatto è così determinato da un incremento dell'erosione-corrosione in corrispondenza dell'area attorno a tali punti e alla prevalenza di tale azione sempre più lungo un piano verticale corrispondente al piano della frattura.

Il valore globale dell'erosione-corrosione, proporzionale sempre alla capacità di trasporto della fessura, può dipendere a sua volta, tenuta costante la quantità idrica che interessa l'area dolinare, dalla inclinazione delle pareti. Probabilmente tale valore passa per un massimo, per una data inclinazione, per raggiungere infine un minimo nella fase finale a pozzo.

Aggiungeremo che per una data natura e struttura della roccia carsificabile, per un certo regime climatico e per una data capacità di assorbimento da parte della diaclase, una data forma dolinare si potrebbe considerare come il risultato di una situazione di equilibrio.

Se invece riteniamo continuo il processo di ampliamento della fessura, dovremo dire che la forma dolinare è in continua evoluzione verso la situazione a pozzo.

In realtà le condizioni di assorbimento variano assai lentamente, mentre probabilmente la forma dolinare raggiunge assai rapidamente un certo equilibrio; essa possiamo considerarla in definitiva sempre significativa ai fini di un' indagine statistica. Perciò, pur tenendo conto delle condizioni preesistenti della superficie di un complesso carsico, diremo che la densità di un certo tipo dolinare può dare una indicazione, per esempio sullo stato evolutivo dei sistemi sotterranei ([20]).

E' opportuno far rilevare che il concetto su cui si fonda lo schema proposto, contrariamente alle convinzioni di vari AA., non sta nel prevedere una evoluzione di forme composte per processo eventuale di fusione di più forme primitive semplici, ma come s'è visto, nella differenziazione indipendente di forme derivate da una singola più grande morfologia primitiva ([21]). Ciò beninteso

([20]) A. R. Toniolo (1907), nel suo bellissimo lavoro sul Montello in cui si occupa di moltissimi problemi generali sul carsismo, riporta una significativa analisi sulla distribuzione delle forme carsiche nel conglomerato.

([21]) O. Marinelli (1905), ritiene il carsismo di superficie localizzato solo in zone particolarmente favorite, tale fatto secondo l' Autore preserverebbe però le aree carsiche da una più intensa azione disgregatrice simile a quella della circolazione idrica superficiale.

qualora si escluda ogni azione di modellamento dovuto a cause diverse da quelle da noi premesse ([22]); ci riferiamo in particolare a superfici tipo altipiano ed a una diffusa disponibilità idrica iniziale. La dolina a pozzo merita però un ulteriore appunto.

Se infatti parliamo di assorbimento idrico lungo le diaclasi in relazione ad una condotta sottostante, dobbiamo ricordare l'azione che interessa il percolamento nelle fessure, con ciò tiriamo in ballo l'erosione inversa.

Tale processo tende infatti a sviluppare i camini collegati con le condotte sotterranee, verso l'alto, per cui succede che il diaframma fra il fondo sempre più ristretto delle doline ed il camino in formazione nella sottostante cavità, viene eliminato allo stesso tempo dall'alto e dal basso.

b) *Alcune forme tipiche del carsismo profondo.*

Parleremo dei pozzi, dei sifoni, del processo di mendrificazione, ed infine dei camini di percolamento.

I *pozzi* sono forme d'erosione diretta, cioè per masse d'acqua che si sono scavate a forza un passaggio fra due diversi livelli della circolazione in genere attraverso fessure verticali, prima per lento, ma continuo drenaggio e poi a viva forza con conseguente rapido approfondimento della cavità. Abbiamo visto come la formazione di pozzi rientri nel processo dell'evoluzione dei sistemi carsici. Avremo così pozzi di superficie attraverso i quali corsi superficiali precipitano improvvisamente nelle cavità sotterranee, o pozzi a varie profondità, testimoni del processo che tende a portare le condotte di apporto ad una situazione di verticalità, oppure meno profondi lungo le condotte di scarico derivanti dal processo di ringiovanimento.

* * *

Parlando di *sifoni*, fra le svariate situazioni che possono incidere sulla loro presenza in genere lungo tratti finali delle condotte di scarico, assume particolare significato quella che determina

---

([22]) Ricordiamo le classificazioni di J. Cvijic (1893), che riguardano in particolar modo le forme più ampie del carsismo di superficie, e di M. Gortani (1908), in cui vengono analizzate varie cause che entrano nella determinazione della morfologia superficiale.

assai frequentemente la formazione di sifoni nel punto dello scarico all'esterno.

In questo caso si parla in genere di sorgenti valchiusiane o sorgenti ascendenti o di sifoni di scarico.

Caratteristica fondamentale di tali sifoni, è quella di avere il braccio di alimentazione sviluppato orizzontalmente ad un livello inferiore alla superficie delle acque, nel punto in cui queste escono all'esterno. E' chiaro che ci troviamo sempre di fronte ad una barriera che impedisce all'acqua di uscire e scorrere al livello della condotta e la costringe a risalire formando dei laghetti per superare la barriera stessa (vedi ad esempio i laghetti formati nelle grotte dell'Oliero (VI), ed il Gorgazzo (UD)). Il livello di tali bacini è tenuto dalla pressione idrostatica nella condotta di scarico. Tale barriera potrà essere data da materiali accumulati dalla condotta; noi considereremo però il caso che essa sia dovuta, come avviene più generalmente, da una condizione strutturale.

Diremo così che i sifoni sono conseguenza di un processo di ringiovanimento derivante dall'abbassarsi del livello di base locale, e quindi dalla formazione di una nuova situazione in corrispondenza ai primitivi punti di scarico, i quali, se vengono a trovarsi via via ad un livello superiore, vengono a distare sempre più dalla corrente viva del corso del fiume che incide la valle, dato il trasferimento del letto del fiume stesso più in basso. Con ciò viene a sussistere una barriera rocciosa fra il punto di scarico e la corrente del fiume. Questo fatto non impedisce tuttavia la formazione di condotte profonde sia pure di limitata ampiezza, sviluppate attraverso le fessure o l' interstrato, che riescono a superare la barriera, per dare inizio ad uno scarico a livello inferiore. D'altra parte viene impedito uno sviluppo veloce di una ampia condotta di scarico, capace di trasportare tutta la massa idrica circolante all' interno del sistema carsico. Le acque perciò, grazie alla loro pressione idrostatica, trovano più facile uno scarico sia pure ad un livello più alto, come quello in corrispondenza alla superficie della barriera stessa, che se può avere una lunghezza notevole, ha sempre uno spessore limitato. In altri casi di sifoni, come quelli che alimentano le sorgenti marine entrano in causa spesso probabilmente le variazioni positive del livello marino o condizioni strutturali locali, come l' inclinazione

degli strati. E' frequente anche notare, come le acque adoperino per lo scarico la stessa condotta della fase precedente nel suo tratto più esterno, con la formazione di collegamenti aperti attraverso le diaclasi, quindi a viva forza dal basso verso l'alto.

* * *

Altro fenomeno che s' incontra frequentemente nelle condotte sotterranee sono i *meandri.*

Non vogliamo qui comunque soffermarci troppo sul meccanismo di formazione dei meandri, che interessa l'oscillazione delle masse liquide nelle condotte, favorita dalle irregolarità delle pareti, dalla piccola pendenza delle condotte stesse e da un regime di portate costante in periodi sufficientemente lunghi. Rimandiamo in merito a varie notizie bibliografiche.

Noi diremo che i meandri rientrano nel processo generale dell'approfondimento per escavazione attiva del fondo delle condotte da parte dell'azione fisico-chimica delle acque scorrenti. Parleremo cioè di meandri come di una dimostrazione tipica di tale approfondimento, che s' inserisce con un suo preciso significato nell'ambito dell'evoluzione delle condotte sotterranee.

Caratteristica di una condotta che presenta meandri è la sovrapposizione di varie fasi, ciascuna delle quali possiamo considerarla costituita da una condotta che si sviluppa con proprie modalità.

In genere da una situazione primitiva in cui la sezione trasversale, spesso di forma circolare, mostra la prevalenza di una circolazione a pressione (fase giovanile), si passa successivamente (fase matura), a condotte sottostanti direttamente derivate, in cui la sezione può essere più o meno deformata.

Tale fatto può essere dovuto alla facilità con cui l'azione di erosione-corrosione procede lungo gli interstrati successivamente incontrati nell'approfondimento. In ogni caso è da rilevare però una fondamentale influenza del regime delle portate; diremo cioè, a parte ogni influenza strutturale, che mentre con forti portate la sezione di una condotta tende ad allargarsi per assumere una forma il più possibile vicina alla circolare, (l'azione tende ad essere uniformemente distribuita lungo tutta la sezione bagnata), in regime di magra si ha una prevalenza dell'erosione sul fondo, con

sia pur relativa tendenza maggiore all'approfondimento. Meandri di questo tipo si incontrano frequentemente ad esempio nei sistemi carsici sviluppati nel conglomerato del Montello (TV). Da ciò deriva a volte l' utilità dello studio delle sezioni delle condotte la cui morfologia possiamo considerarle assai sensibile alle variazioni climatiche.

A questo punto diremo che la tendenza all'approfondimento che mette in moto tutto il processo, deriva in ogni situazione, soprattutto dalla esistenza di un dislivello in un punto a valle nella condotta considerata. E' facile immaginare come tali situazioni abbiano poi a crearsi nell'ambito dell'evoluzione del sistema carsico, secondo quanto è già stato detto (formazione di pozzi, di scarichi a livelli più bassi, ecc.).

* * *

Siamo giunti infine a parlare della formazione dei *camini di percolamento.* La Fig. 3 propone uno schema per spiegare il processo stesso ([23]), parleremo così dell'erosione inversa.

Il termine già introdotto nella terminologia speleologica ([24]), si vuole qui riproporre per indicare un processo della formazione

---

([23]) La figura viene tratta da una pubblicazione apparsa su *Rassegna Speleologica Italiana* (1963), nella quale si trattava dei camini di percolamento come erano stati osservati nelle cavità del sistema carsico dell' Oliero.

([24]) W. Maucci (1951-52), ha messo particolarmente in luce il termine « erosione inversa » dando una interpretazione della formazione delle cavità verticali all' interno delle masse calcaree fessurate, in corrispondenza a particolari punti preesistenti o vacui. L'Autore prevede così la formazione di fusi in corrispondenza a tutto lo spessore dei massicci; essi poi si svilupperebbero verso l'alto per azione dell'acqua che scorrerebbe per gravità verso il basso.

Condotte sub-orizzontali verrebbero solo successivamente ad unire i vari fusi fra loro ed in tal modo verrebbe anche ad instaurarsi una circolazione veloce con la formazione di cavità per evorsione ed ampliamenti per crolli successivi.

Nella nostra relazione riprendendo l' intuizione sull'esistenza di un processo continuo che farebbe sviluppare le cavità verso l'alto, che già si intravvede poi in altri Autori (Martel, De Gasperi, Segre, ad esempio), si riporta un tentativo di spiegazione del processo chimico-fisico che sta alla base della erosione inversa considerata però nell'ambito preciso di una evoluzione più generale dei sistemi carsici come qui viene trattata.

di cavità, che avviene prevalentemente dal basso, cioè al livello della condotta, verso l'alto lungo la diaclasi per azione dell'acqua percolante.

Tale processo viene ad assumere significato nell'ambito della

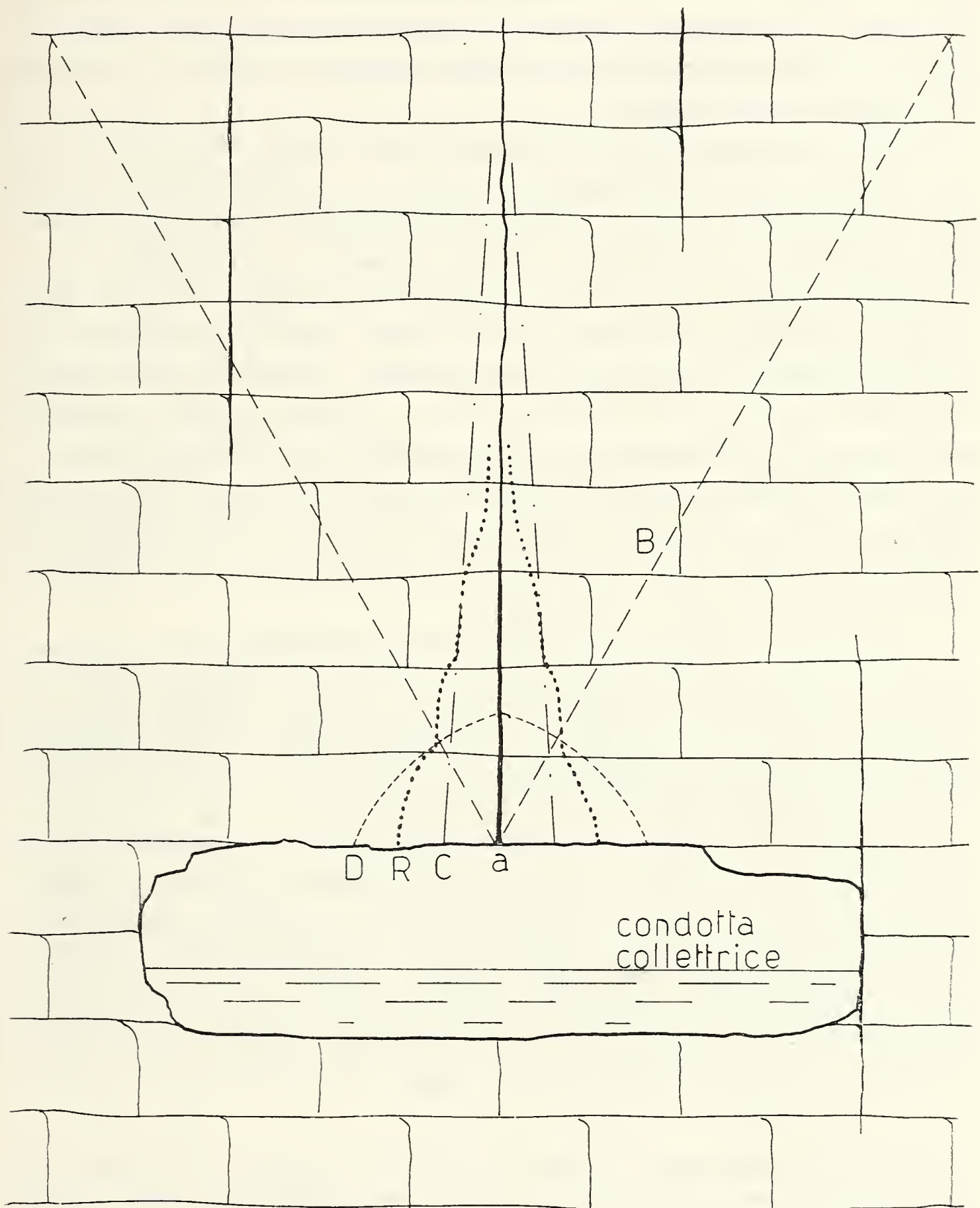



Fig. 3. — Schema teorico della formazione dei camini di percolamento (da: G. Abrami, 1963, « Il fenomeno carsico ai piedi dell'Altipiano dei Sette Comuni », *R.S.I.*, Como; leggerm. modificato).

dinamica dell'evoluzione carsica, in quanto esso viene ad essere in moto, quando la condotta raggiunge la fase matura.

Abbiamo visto ancora, come ad un incremento del percolamento è interessato anche il processo dell'evoluzione della morfologia dolinare, anzi si è parlato del contributo portato dallo sviluppo dei camini più superficiali nella formazione delle doline a pozzo e quindi più generalmente nel collegamento fra le varie cavità profonde e la superficie.

Ed infatti specie in rocce solubili e col favore di crolli successivi, il meccanismo dell'erosione inversa porta alla formazione di imponenti cavità verticali come probabilmente moltissime voragini del sistema del Timavo, alcune voragini del Cansiglio, ecc.. L'attività stessa continua anche quando la condotta entra in fase senile. In questo caso, mentre la condotta viene interessata da tutta una serie di fenomeni di riempimento, i camini possono rappresentare ad un certo momento l' unica cavità accessibile, comunque interessata da fenomeni concrezionali ([25]). Diremo in definitiva che soltanto la zona di percolamento può essere interessata dalla erosione inversa ([26]). Ritornando ora allo schema, vediamo di cogliere quelli che sono i fatti più salienti attraverso cui l'erosione inversa viene ad agire sulla roccia.

Attraverso la diaclase messa in luce dalla condotta e quindi verso il punto « a » considerato quale punto di richiamo, si ha un incremento della circolazione (= percolamento), su tutta un'area superiore « B », che possiamo immaginare per esigenze schematiche svilupparsi ad imbuto verso la superficie.

L'azione di erosione-corrosione sulla roccia, considerata quale risultante di una circolazione continua ed attiva, possiamo considerarla massima in « a » e decrescente via via verso la superficie. La cavità formata in tal modo dovrebbe risultare molto simile a quella riportata sullo schema in sezione con « C ». La zona percolante, ha però una massa idrica disponibile che dipende dall'acqua assorbita con le precipitazioni. Il regime del percolamento non è

([25]) G. B. De Gasperi (1916), introduce il termine di « camini per acque di stillicidio » e di « cupole », intendendo quest'ultime dovute a crolli progressivi delle volte delle condotte interessate da una circolazione attiva. Martel, parla a sua volta di « abîmes inachevés ».

([26]) G. Pasquini (1964), ha particolarmente sottolineato questa opinione.

quindi costante, anche entro brevi intervalli di tempo, (come d'altronde non lo sono tutti i regimi idrici nei sistemi carsici) prevedendosi periodi con forte diminuzione del flusso dell'acqua la quale potrà così scorrere attraverso sottili lamelle che saranno fortemente aderenti alle superfici bagnate.

Nella cavità in formazione, specie nella zona più vicina al punto « a », tali lamelle che agiscono sulla roccia soprattutto chimicamente, favorite da una condizione sia pure leggermente obliqua delle pareti, potranno assumere facilmente un moto elicoidale, come si ha ad osservare per esempio quando dell'acqua scende lentamente in una bottiglia aderendo nella regione del collo.

Considerando per un certo tempo esclusiva tale azione, il camino di percolamento assumerebbe la forma schematizzata in « D » nella quale la pendenza delle pareti non potrebbe però superare il limite per cui l'acqua cadrebbe nel vuoto per il prevalere della gravità.

In realtà, e la morfologia naturale dei camini lo suggerisce, possiamo dire che le azioni secondo le due modalità considerate, vengono sempre a combinarsi; tale situazione è da noi riportata con « R ».

Il problema dello spartiacque carsico

Un complesso carsico, come abbiamo visto, può presentare lo sviluppo di più sistemi sotterranei formatisi entro una stessa massa rocciosa che definisce il complesso stesso. Si può avere cioè la presenza di più scarichi situati su uno stesso versante, o se il massiccio roccioso è isolato da più parti, anche su versanti opposti; in questo caso gli scarichi possono essere in relazione a livelli di base ben diversi. Così considerando ad esempio il complesso del Montello (TV), si osserva che i sistemi che hanno uno scarico nel versante Nord, verso il fiume Piave, sono posti ad una quota inferiore sempre ai 100 m.s.m.; i sistemi invece con scarico verso la pianura sono sviluppati ad una quota maggiore.

Ogni sistema, rappresentando un centro di richiamo per le acque assorbite nei vari punti della superficie, tende ad accelerare il percloramento specie nelle zone in sua più diretta corrispondenza. Tale capacità, come s'è più volte detto, è in relazione con l' intensità di sviluppo del sistema, e quindi con la più o meno rapida evoluzione verso lo stadio limite di un carso in equilibrio.

Sistemi di fratture particolarmente sviluppati, inclinazione degli strati favorevoli ad uno scorrimento delle acque verso direzioni preferite e soprattutto il livello più basso del punto di scarico, possono incidere particolarmente al fine di favorire l'evoluzione di un sistema a scapito degli altri. Con ciò la distribuzione dell'acqua assorbita fra i vari sistemi, potrà variare nel tempo.

Può essere in genere assai interessante studiare tale distribuzione, che per la diretta relazione fra i sistemi e le superfici assorbenti, comporterà una suddivisione relativa della superficie stessa.

Parleremo così di uno spartiacque carsico, definendolo come quell'ideale piano verticale che dalla superficie fino al livello di base carsico (in Fig. 1 si è tracciata una linea attraverso la massa rocciosa che separa il sistema A da B), separa i vari sistemi carsici o meglio le superfici e le zone percolanti relative alla loro alimentazione.

Aggiungeremo che non si possono stabilire relazioni fra lo spartiacque superficiale considerato nella accezione classica, e lo spartiacque carsico ([27]). Ciò anche se in realtà uno spartiacque può interessare sistemi che si incaricano per esempio di uno scarico su versanti opposti.

Se consideriamo comunque un complesso carsico in cui si è imposto per esempio un solo sistema, dovremo dire che ai limiti periferici del complesso stesso, e quindi nei punti in cui si passa da una superficie assorbente ad una superficie in cui permane uno scorrimento veloce superficiale, lo spartiacque carsico coincide con uno spartiacque superficiale.

Classificazione dei sistemi carsici

L'esplorazione dei sistemi carsici può permettere alle volte una raccolta sufficiente di dati relativi ai fenomeni sviluppatisi, per cui è possibile la costruzione sia pure approssimativa della

([27]) H. P. Woodward (1963), parla di uno spartiacque sotterraneo quale linea di demarcazione fra due fiumi che interessano una stessa area e cioè uno stesso specchio freatico profondo. Con ciò si avrebbero due territori minori controllabili da rami differenti dello stesso sistema di drenaggio. A sua volta dei diaframmi sotterranei regolerebbero il movimento delle acque in corrispondenza allo stesso spartiacque, attraverso tracciati che coinciderebbero più o meno con i tracciati delle correnti di superficie.

curva che segna il livello di base carsico ([28]). Detto stato potrà essere in relazione con una certa distribuzione delle forme superficiali.

Ma, mentre soltanto la presenza di condotte in fase senile e di scarichi abbandonati dalle correnti idriche potrà testimoniare sulla storia precedente del sistema carsico stesso, la curva e la sua relazione col livello di base locale, potrà farci prevedere quella che sarà l'evoluzione successiva.

In ogni caso, e cioè indipendentemente da ogni possibile storia precedente, la curva ci rappresenterà lo stato evolutivo del sistema carsico in quel momento. Su questa base potremo cioè fare una prima significativa comparazione fra i sistemi carsici. Avremo quindi un punto di partenza per poter eventualmente portare in discussione tutte le altre variabili che incidono sulla evoluzione dei sistemi stessi e sulla morfologia carsica.

E' da tener presente però che le situazioni stesse, se vengono rappresentate graficamente, per il fatto che sono dipendenti da un rapporto di segmenti (asintoto verticale e asintoto orizzontale), possono essere comparate in modo assoluto, solo quando tale rapporto è, per ogni caso, uguale.

Dal punto di vista pratico, proporremo perciò una classificazione la quale tenga presente il problema stesso.

Defineremo così alto carsismo, quello nel quale il dislivello fra la superficie assorbente (questo è da ritenersi circa uguale al segmento compreso nell'asintoto verticale riportato quale lato del triangolo in Fig. 1), ed il livello in cui avviene lo scarico è maggiore di 350 m. In questo senso perciò il sistema dell'Oliero (VI), appartiene ad un tipo di alto carsismo, ad esempio.

Chiameremo medio e basso carsismo, quando lo stesso dislivello del sistema carsico è rispettivamente compreso fra i 200 e 350 m., od è inferiore ai 200 m..

Per un alto carsismo sarà facile perciò prevedere, una storia evolutiva complessa e lunga, fra l'altro con la facile prevalenza del

---

([28]) E. BOEGAN (1938), riporta la curva presunta corrispondente al sistema sotterraneo del Timavo. Il grafico è assai significativo: ci troviamo di fronte ad un medio-alto carsismo assai vicino alla sua situazione di equilibrio; esso è probabilmente passato attraverso più fasi intermedie di cui si ha traccia osservando tratti orizzontali a varie altezze nei rilievi delle cavità riportate.

singolo sistema più favorito, con la possibile formazione di profonde voragini e con una relativa alta incidenza di doline a pozzo.

Per il basso carsismo si parlerà invece relativamente di una suddivisione dello scarico fra più sistemi che presenteranno lunghe condotte orizzontali direttamente collegate con la superficie dai camini di percolamento. Così tutti i sistemi carsici sviluppati nel conglomerato del Montello (TV), sono da considerarsi di un tipico basso carsismo.

Ad una più eterogenea distribuzione superficiale delle forme carsiche dipendenti dal possibile diverso sviluppo dei singoli sistemi, si troveranno casi in cui attraverso le doline a pozzo si metteranno in luce, per successivi crolli, interi tratti della condotta attiva sotterranea.

Il medio carsismo presenterà ovviamente situazione intermedie.

Su questa base si potranno fare altri numerosi rilievi utili a dare una visione e quindi una classificazione più completa dei sistemi carsici.

Lasciamo quindi agli studi sull' idrologia applicata ogni possibile utilizzazione di una sempre più precisa conoscenza della dinamica dell'evoluzione carsica, conoscenza legata ancora a tutte le necessarie dimostrazioni che potranno essere ricavate da possibili indagini opportunamente indirizzate.

Istituto di Fisica terrestre, di Geodesia e Geografia fisica, Università di Padova, 18 novembre 1965 ([29]).

Riassunto

L'evoluzione carsica viene ricollegata alle tappe della evoluzione della idrologia superficiale, dalla quale essa deriva e viene poi a dipendere.

Data una definizione di complesso carsico e di sistema carsico, si considerano le situazioni idrologiche e strutturali (fase pre-carsica), che permettono l' instaurarsi di una circolazione sotterranea veloce e quindi la formazione di una condotta ipotetica che, da un punto di scarico all'esterno,

---

([29]) Un estratto del presente lavoro, solo per la parte riguardante lo schema proposto a raffigurare l'evoluzione di un sistema carsico, è stato presentato al IV° Congresso Internazionale di Speleologia svoltosi a Lubiana nel settembre 1965. Esso sarà pubblicato negli Atti del Congresso stesso (vedi bibliografia).

tende a svilupparsi all' interno di un dato massiccio roccioso. Con ciò, la condotta interessata in un primo tempo prevalentemente da una circolazione veloce sotto pressione (*fase giovanile* del sistema carsico), verrebbe a suddividere il massiccio stesso in due zone, una superiore di percolamento, ed una inferiore o freatica, costantemente imbevuta d'acqua. Sarebbe poi l'abbassamento del livello della zona freatica (o specchio freatico), ad influenzare l'approfondimento della condotta; con ciò il sistema carsico entra in una *fase matura*.

Partendo da queste osservazioni si definisce quindi *livello di base carsico* il livello successivamente raggiunto da questa circolazione sotterranea veloce. Le condotte successivamente abbandonate dalle correnti idriche, entrano invece in una *fase senile*.

Il sistema carsico tende in definitiva ad uno stato di equilibrio, sempre rispetto al punto di scarico; questo però a sua volta può abbassarsi in relazione all'abbassamento del livello di base esterno (*fase di ringiovanimento*).

In un sistema carsico in equilibrio si potrà osservare, nel loro stato limite, una condotta interna (o di apporto), verticale, e una condotta di scarico sviluppata orizzontalmente.

Un altro problema toccato dal presente lavoro è quello della relazione fra l'evoluzione della morfologia superficiale e profonda. In particolare si parla della formazione successiva di vari tipi di doline susseguente all' instaurazione ed all' incremento della circolazione nella zona di percolamento. Per un sistema carsico ipotetico si riporta uno schema che indica l'evoluzione di una forma primitiva a piatto, verso forme successivamente a scodella, ad imbuto ed a pozzo.

Si parla poi della formazione di una morfologia sotterranea tipica quale i sifoni, i meandri ed i camini di percolamento. In relazione a quest'ultimi, che vengono a svilupparsi attraverso le diaclasi, dalla condotta verso la superficie, attraverso cioè tutta la zona di percolamento, si viene a parlare della erosione inversa.

Un cenno ha avuto anche il problema dello spartiacque sotterraneo o carsico; si sottolinea in particolare l'aspetto evolutivo in relazione al possibile diverso sviluppo dei relativi sistemi carsici.

Infine si propone una classificazione dei sistemi carsici stessi in relazione alla ampiezza della zona di percolamento considerata al livello del punto di scarico. Si parla così di *alto carsismo*, di un *medio* e di un *basso carsismo*.

Résumé

On met en relation l'évolution du karsisme avec les étapes de l'évolution de l' hydrologe superficielle, de laquelle elle derive et ensuite elle dépend.

On donne une definition de *complexe karstique* et de *système karstique* et ensuite, on considère les situations hydrologiques et structurales (phase pré-karstique), qui permettent l' instauration d'une circulation souterraine véloce et donc, la formation d'une conduite hypothétique qui tend, d'un point de déchargement à l'extérieur, à se développer à l' intérieur du massif rocheux.

Pour cela la conduite, où il y a au commencement surtout une circulation véloce sous pression (phase juvénile du système karstique), subdiviserait le massif même en deux zones, une superieure de « percolement », et une inférieure ou phréatique où il y a la zone de saturation en eau.

Ce serait l'abaissement du niveau de la zone phréatique (ou « specchio freatico »), qui influencerait l'approfondissement de la conduite; avec cela la phase mûre du système karstique commence.

D'après ces observations, on définit ensuite niveau de base karstique le niveau que cette circulation souterraine véloce successivement gagne. Au contraire, les conduites que les courants d'eau abandonnent successivement, entrent dans une phase sénile.

Donc le système karstique tend à une condition d'équilibre, toujours en relation avec le point de déchargement; cependant ce point peut, à son tour, s'abaisser en relation avec l'abaissement du niveau de base extérieur (phase de rajeunissement).

Dans un système karstique en équilibre on pourra observer, dans leur condition extrême, une conduite intérieure (de apporte) verticale, et une conduite de déchargement horizontale.

On a étudié encore la relation entre l'évolution de la morphologie superficielle et profonde. En particulier, on parle de la formation successive de plusieurs types de dolines, laquelle suit l' instauration et l'accroissement de la circulation dans le « zone de percolement ».

Pour un système karstique hypothétique, on rapporte un schema, qui indique l'évolution d' une forme primitive, en forme d'assiette plate, vers des formes successivement en forme d'assiette creuse, d'entonnoir et de puits.

On parle, ensuite, de la formation d' une morphologie souterraine typique telle que les siphons, les méandres et les « cheminées de percolement ».

En relation avec cheminées de percolement, qui se développent à travers les diaclases, de la conduite vers la surface, c'est-à-dire à travers toute la zone de percolement, on parle de l'érosion inverse.

On a donné quelque notice sur le problème de la ligne de partage des eaux souterraines; on remarque en particulier l'aspect évolutif en relation avec le possible divers developpement des relatives systèmes karstiques.

Enfin on propose une classification des systèmes karstiques en relation avec la largeur de la zone de percolement, qui est considérée au niveau du point de déchargement. On parle ainsi de haut karsisme, de moyen karsisme et de bas karsisme.

BIBLIOGRAFIA

ABRAMI G., 1963 - Il fenomeno carsico ai piedi dell'Altipiano dei Sette Comuni - *Rass. Spel. Ital.*, Como, A. XV, f. 4, pp. 141-157.

ABRAMI G., 1965 - Dinamica dell'evoluzione carsica - In pubbl. su: *Atti del IV° Congr. Int. di Spel.*, Ljubljana.

ABRAMI G. e MASSARI F. - Morfologia carsica nel conglomerato del Montello. (In preparazione).

ANELLI F., 1958 - Nomenclatura italiana dei fenomeni carsici - *Le Grotte d' Italia,* Castellana s. 3, f. 2.

ANELLI F., 1963 - Fenomeni carsici, paracarsici e pseudocarsici - *Giornale di Geologia,* Bologna, s. 2, Vol. XXXI.

BOEGAN E., 1938 - Il Timavo: studlo sull'idrologia carsica sub-aerea e sotterranea - *Mem. Ist. Ital. Spel.,* Trieste, Vol. II.

BOURGIN A., 1945 - Le question du nuveau de base - *Revue de Géogr. Alpine,* Grenoble, T. XXXIII, f. 1, pp. 99.

CAVAILLE A., 1962 - Le sistème karstique et l'évolution des grottes - *Spelunca,* s. 4 (*Atti IV° Congr. Nat. Spel.*), Belfort-Malvaux.

CHIESA P., 1963 - Aspetti applicativi della Speleologia: le acque sotterranee - *Rass. Spel. Ital.,* Como, f. 3, pp. 102-112.

CVIJIC J., 1893 - Das karstphänomen - *Geogr. Abhandl. v. Penck* - Wien 1893.

CVIJIC J., 1909 - Bildung und Dislozierung der Dinarischen Rumpffläche - *Petermanns Geogr. Mitteilungen.*

CVIJIC J., 1918 - Hydrographie souterraine et évolution morphologique du Karst - *Rec. des travaux de l' Inst. de Géogr. Alpine,* Grenoble.

D'AMBROSI C., 1960 - Sull'origine delle doline carsiche nel quadro genetico del carsismo in generale - *Le Grotte d' Italia,* s. 3, Vol. 3.

DE GASPERI G. B., 1916 - Grotte e voragini del Friuli - *Mem. Geogr. di G. Dainelli,* n. 30, Firenze.

DE MARCHI G., 1944 - Idraulica; basi scientifiche ed applicazioni tecniche - *Ed. U. Hoepli,* Milano.

FERUGLIO E., 1922-23 - L'Altipiano carsico del M. Ciaorlécc nel Friuli - *Mondo Sotterraneo,* Udine, A. XVIII-XIX, n. 5-6 e 1-3.

GADNER J. M., 1935 - Origin of limestone caverns - *Geol. Soc. Amer. Bull.,* Vol. 46, pp. 1255-1275.

GORTANI M., 1908 - Appunti per una classificazione delle doline - *Mondo Sotterraneo,* Udine, A. IV, n. 6.

GORTANI M., 1934 - Per lo studio idrologico e morfologico delle regioni carsiche italiane - *Atti I° Congr. Naz. Spel. di Trieste,* Vol. XII.

GORTANI M., 1937 - Per lo studio delle aree carische e semicarsiche italiane - *Atti XII Congr. Geogr. Ital.,* Udine, Vol. I.

GRUND A., 1903 - Die Karsthydrographie - *Pent's Geogr. Abh.,* Vol. VII, s. 3.

KYRLE G., 1923 - Grundis der Theoretischen Speläologie - *Speläologische Monogrphien,* Wien.

LEHMANN H., 1932 - Die Hydrographie des Karstes - *Enzyklopädie der Erdkunde,* F. Deuticke Ed., Wien.

LEHMANN H., 1960 - Internationale Beitrage zur Karstmorphologie - *Zeit fur Geomorfologie,* Berlin.

MARINELLI O., 1905 - Importanza morfologica attribuita alle rocce cavernose - *Mondo Sotterraneo,* Udine, A. I°, n. 50.

MARTEL E. A., 1921 - Nouveau Traité des eaux souterraines - *G. Doin Ed.*

MARUSSI A., 1941 - Il palotimavo e l'antica idrografia subaerea del Carso triestino - *Boll. Soc. Adr. Sc. Nat.,* Trieste, Vol. XXXVIII.

MAUCCI W., 1952 - L'ipotesi dell'erosione inversa come contributo allo studio della speleogenesi - *Boll. Soc. Adr. Sc. Nat.*, Trieste, Vol. XLVI.

MAUCCI W., 1958 - Considerazioni sistematiche sul problema della idrografia carsica epigea - *Atti II° Congr. Naz. Spel.*, Bari, Lecce, Taranto.

NANGERONI G., 1957 - Il Carsismo e l'idrologia carsica in Italia - *Atti XVII° Congr. Geogr. Ital.*, Bari.

PASA A., 1959 - L'azione pedogenetica profonda come fattore decisivo della determinazione del carsismo - *Scritti geo-pedol. in onore di P. Principi*, Firenze.

PASQUINI G., 1964 - Il concetto di livello di base in regione carsica - *Atti VI° Conv. Spel. dell'It. Centro-Mer.*, Firenze.

PERNA G., 1955 - Evoluzione di un sistema carsico - *Natura Alpina*, Trento, V. 6, f. 1.

ROGLICH J., 1957 - Quelques problemes fondamentaux du Karst - *L'Information Géographique*, V. I, f. 21.

ROVERETO G., 1944 - Trattato di geologia morfologica - *Ed. U. Hoepli*, Milano.

SEGRE A. G., 1948 - I fenomeni carsici e la speleologia del Lazio - *Ist. di Geogr. Univ.*, Roma.

TONIOLO A. R., 1907 - Il colle del Montello (Materiale per lo studio dei fenomeni carsici) - *Mem. Geogr. di G. Dainelli* (suppl. della Riv. Geogr. Ital.), Firenze, V. I, n. 3 .

TRIMMEL H., 1960 - Sul problema dei cicli di formazione riempimento e sviluppo delle grotte - *Atti del Symp. Int. di Spel.*, Varenna (Trad. di M. Vianelli su: *Rass. Spel. It.*, Como, A. XV, f. 4, 1963).

TROMBE F., 1952 - Traité de Spéléologie - *Ed. Payot*, Paris.

WOODWARD H. P., 1961 - A strem piracy Theory of Cave formation - *Bull. of the Nat. Spel. Soc.*, V. XXIII, 1961 (Trad. di G. Voghera su: *Atti e Mem. della Comm. Grotte « E. Boegan »*, Vol. III, Trieste 1963; a cura di M. Vianello e A. Alberti).

G. Dinale e G. M. Ghidini

CENTRO INANELLAMENTO PIPISTRELLI: OTTO ANNI DI ATTIVITA' (1957-1964)

Il Centro per l' Inanellamento dei Pipistrelli, d'ora in poi C.I.P., fu fondato nel 1956 ad opera di uno di noi (Ghidini) e ne fu data notizia sulla Rassegna Speleologica Italiana (Ghidini 1956).

L'attività di inanellamento venne però iniziata nel 1957, ad arrivo avvenuto del primo lotto di anellini. Sino a tutto il 1964 sono stati distribuiti circa 10.000 anellini suddivisi tra 30 collaboratori. Di questi, 22 usarono almeno in parte gli anellini loro affidati; complessivamente vennero inanellati circa 6.000 esemplari sino al 1964 compreso.

V'è da precisare che il 96% di questi inanellamenti vennero effettuati da 10 collaboratori (tabella I) mentre il restante 4% spetta agli altri 12.

Le ricatture sono state soddisfacenti: si sono avute 1.048 ricatture (15% degli inanellamenti), 49 delle quali (0,8% degli inanellamenti) effettuate da non inanellatori (cacciatori, ragazzi, ecc.), generalmente in ambiente non cavernicolo.

Per accordi intervenuti con la direzione del Museo Civico di Storia Naturale di Genova ogni anellino sinora usato portava incisa la dizione « Museo St. Nat. Genova ». Il nome di questo Ente ha notevolmente facilitato la segnalazione al C.I.P. delle ricatture esterne. Desideriamo perciò ringraziare il Direttore di tale Museo, prof. Enrico Tortonese.

Alcuni collaboratori (Dinale, Maifredi e Ribaldone) hanno già pubblicato parte dei risultati ottenuti con l' inanellamento di pipistrelli in Liguria, Lazio, Lombardia e Piemonte. Si spera che altri, in breve tempo, seguano il loro esempio. Solo così si potrà cogliere compiutamente il frutto del lavoro svolto.

TABELLA 1. - *Pipistrelli inanellati* (I) *e ricatturati* (R) *dal 1957 al 1964.*

COLLABORATORI (tra parentesi coloro che inanellarono)	1957		1958		1959		1960		1961		1962		1963		1964		Totali		
	I	R	I	R	I	R	I	R	I	R	I	R	I	R	I	R	I	R	Totale
1) Gruppo Speleologico Ligure « A. Issel », Genova (Carbone, Dinale, Maifredi e Ribaldone)	191	23	641	97	631	166	287	128	509	111	139	47	132	31	161	45	2691	648	3339
2) Gruppo Speleologico Bolognese del C.A.I. (Grimandi, Bonini, Pajoli, Raimondi)	—	—	—	—	—	—	441	15	198	45	323	29	7	2	137	5	1106	96	1202
3) Gruppo Speleologico Piemontese CAI-UGET, Torino (Actis, Dinale)	—	—	—	—	—	—	372	4	185	45	—	—	—	—	—	—	557	49	606
4) Circolo Spel. Romano (Dinale, Dolci, Sbordoni)	15	—	7	—	—	—	—	—	32	—	168	3	69	49	96	54	387	106	493
5) Gruppo Speleologico Anxur, Terracina (Guadagnoli)	—	—	—	—	49	—	—	—	8	—	85	3	78	3	78	1	298	7	305
6) Gruppo Spel. Pio IX, Cuglieri (Nuoro) (Fureddu)	30	20	52	40	69	26	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	151	86	237
7) Gr. Spel. « U. Lago », Noto (Siracusa) (Ragonese)	—	—	—	—	—	—	—	—	50	—	1	—	2	—	114	1	167	1	168
8) Commissione Grotte Società Alpina delle Giulie, Trieste (Vianello e Gherbaz)	—	—	—	—	110	—	8	—	—	—	20	—	—	—	—	—	138	—	138
9) Gruppo Speleologico Emiliano, Modena (Moscardini)	65	—	35	1	7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	107	1	108
10) Gr. Spel. C.A.I., Pisa (Ricucci, Sabatini, Guidotti)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	—	95	—	99	—	99
11) Gruppo Spel. Ticinese, Lugano (Cotti, Ferrini)	44	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	44	2	46
12) Gruppo Spel. C.A.I., Perugia (Lemmi, Viviani)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	26	—	3	—	11	—	40	—	40
13) Gruppo Speleologico Spoletino (Cattuto)	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	33	—	—	—	—	—	34	—	34
14) Speleo-Club Roma (Polidori, Camponeschi)	—	—	—	—	—	—	—	—	8	—	22	—	—	—	—	—	30	—	30
15) Gr. Spel. URRI, Sarteano (Siena) (Fabrizi, Terrosi)	—	—	—	—	—	—	—	—	21	1	1	1	1	—	—	—	23	2	25
16) Gruppo Speleologico Città di Faenza	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	18	—	18	—	18
17) Gruppo Grotte Milano (Focarile, Protto)	—	—	5	—	5	—	—	—	—	—	—	—	4	—	—	—	14	—	14
18) Gruppo Speleologico Fiorentino (Utili)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12	—	2	—	14	—	14
19) Gruppo Speleologico S.V.S., Faenza	—	—	—	—	6	—	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12	—	12
20) Gr. Spel. Alpi Marittime, Cuneo (VignaTaglianti)	—	—	—	—	6	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	6	1	7
21) Gruppo Speleologico Marchigiano, Ancona (Greppi)	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	—	5
22) Gruppo Speleologico C.A.I., Sanremo (Ricci)	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	2
23) Ricatture effettuate da non collaboratori	—	4	—	3	—	5	—	11	—	6	—	8	—	9	—	3	—	49	49
	352		740		883		1114		1012		818		312		712		5943		
		49		141		197		159		208		91		94		109		1048	
	401		881		1080		1273		1220		909		406		821				6991

Ai collaboratori sono state distribuite, oltre agli anellini, delle schede per la registrazione dei dati di inanellamento, le tavole dicotomiche per la determinazione dei pipistrelli italiani e la Guida all' inanellamento dei pipistrelli (DINALE 1960). Si è inoltre cercato di incrementare l' interesse per le ricerche faunistiche sui pipistrelli con scritti, con visite ad alcuni gruppi grotte e con contatti personali durante i congressi speleologici.

Nel complesso i risultati ottenuti in otto anni di attività, qui di seguito riassunti, possono considerarsi soddisfacenti, specie se si considera il modesto capitale impiegato (L. 240.000 circa) [1].

* * *

Nella tabella II sono suddivisi per specie e regione gli inanellamenti e le ricatture. Con l'aiuto di questa tavola si può ricavare quanto segue:

a) Il *Rhinolophus ferrum equinum* Schreber è la specie che più frequentemente si rinviene (in autunno, in inverno e nella prima primavera) nelle grotte italiane (55% degli inanellamenti, 69% delle ricatture). E' stata trovata in tutte le regioni dove sono stati effettuati inanellamenti (Puglia esclusa: si noti però che in questa regione ne sono stati inanellati soltanto 3 esemplari). Le ricatture sono molto frequenti (22% degli inanellamenti).

b) Il *Rhinolophus euryale* Blasius è la specie che segue, in ordine di frequenza, il *Rhin. ferrum equinum* (21% degli inanellamenti, 22% delle ricatture). Anche per questa specie gli inanellamenti sono stati effettuati in tutte le stagioni salvo l'estate e la tarda primavera. Le ricatture sono frequenti (18% degli inanellamenti).

c) Il *Rhinolophus hipposideros* Bechstein è più difficile a rinvenirsi nelle grotte delle due specie sopra citate (2% degli inanellamenti, 1% delle ricatture); la sua frequenza sembra rarefarsi col decrescere della latitudine. Ciò può essere messo in relazione alla maggior resistenza di questa specie alle basse tempe-

---

[1] Il 50% circa delle spese è stato coperto da finanziamenti ottenuti dal Gruppo Speleologico Ligure « A. Issel », dal Patronato Genovese Pro Natura « A. Anfossi » e dalla Società Speleologica Italiana, che vivamente ringraziamo.

TABELLA II. - *Inanellamenti* (I) *e ricatture* (R) *raggruppati per specie e regione.*

Regione	*Rhinolophus*						*Myotis*				*Miniopterus schreibersi*		*Barbastella barbastellus*		Altre specie e indeterm.		Totale		
	ferrum equinum		*euryale*		*hipposideros*		*myotis vel oxygnathus*		*capaccinii*										
	I	R	I	R	I	R	I	R	I	R	I	R	I	R	I	R	I	R	Totale
Piemonte	201	40	—	1	60	11	283	—	—	—	—	—	22	3	3	—	569	55	624
Canton Ticino	44	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	44	2	46
Lombardia	21	3	—	—	5	—	33	—	12	—	—	—	—	—	9	—	80	4	84
Venezia Euganea	39	—	—	—	1	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	42	—	42
Venezia Giulia	15	4	81	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	96	7	103
Liguria	1964	487	604	180	24	1	5	—	1	—	—	—	—	—	2	2	2600	668	3268
Emilia Romagna	570	86	257	2	19	—	217	17	—	—	78	—	—	—	22	—	1163	107	1270
Toscana	29	3	124	—	8	—	—	—	4	—	50	—	—	—	3	—	218	3	221
Marche	12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12	—	12
Umbria	39	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	26	—	67	—	67
Lazio	278	63	189	48	2	—	63	1	—	—	145	3	1	—	37	—	715	115	830
Campania	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	15	—	—	—	—	—	16	—	16
Puglia	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	—	—	—	—	3	—	3
Sicilia	5	—	—	—	—	—	162	1	—	—	—	—	—	—	—	—	167	1	168
Sardegna	52	31	—	—	12	2	87	53	—	—	—	—	—	—	—	—	151	86	237
	3270		1255		133		852		17		291		23		102		5943		
		719		234		14		72		—		3		3		3		1048	
	3989		1489		147		924		17		294		26		105				6991

rature ed alle variazioni di temperatura e di umidità rispetto alle specie congeneri *Rhin. ferrum equinum* e *Rhin. euryale.* Di conseguenza il *Rhin. hipposideros* deve rifugiarsi nelle grotte soltanto nelle regioni italiane dal clima relativamente rigido mentre nel centro-sud dell' Italia può rifugiarsi in altri luoghi. Le ricatture sono meno frequenti che per le altre due specie di *Rhinolophus* (10% degli inanellamenti).

d) Nel complesso i *Rhinolophidae* rappresentano il 78% degli esemplari inanellati ed il 92% di quelli ricatturati. Questa preponderanza di *Rhinolophidae* rispetto ai *Vespertilionidae* è, a nostro avviso, effettiva e rispecchia la popolazione dei pipistrelli abitante le grotte del centro e del nord Italia, tra ottobre ed aprile, escludendo le grotte di alta montagna. Per il sud Italia, per le popolazioni che abitano le grotte nella tarda primavera e nell'estate e per le grotte di alta montagna, i dati a disposizione sono troppo scarsi per poterne trarre conclusioni.

e) Tra i *Vespertilionidae* il *Myotis myotis* vel *oxygnathus* sembra essere la specie (o le specie) più comune nelle grotte (14% degli inanellamenti, 7% delle ricatture). Lo si è trovato sia in autunno-inverno-prima primavera sia nella tarda primavera e nell'estate (in Wochenstuben). Le ricatture non sono molto frequenti, salvo in Sardegna.

f) Il *Miniopterus schreibersi* Natterer in Kuhl è stato rinvenuto in quantità discrete (5% degli inanellamenti, 0,3% delle ricatture soltanto) in Emilia-Romagna e a sud di questa regione. Si noti che non è stato rinvenuto nè in Liguria nè in Piemonte, regioni nelle quali l'attività dei collaboratori del C.I.P. è stata notevole.

g) Nella colonna « altre specie e indeterminati » della tabella II sono compresi esemplari di *Plecotus* sp., di alcune specie di *Myotis*, di *Nyctalus* e di altre specie, l'identificazione delle quali non è agevole, in particolare per un principiante sia pur « armato » di tavole dicotomiche, ma di poca esperienza. Per questa ragione preferiamo lasciare ai singoli collaboratori del C.I.P. il pubblicare il ritrovamento di specie non comuni assieme a tutti quei dati in loro possesso che rendano certa la corretta determinazione.

Non ci è stato possibile scendere in dettagli nell'analisi della tabella II perchè i dati in essa contenuti sono viziati da una im-

perfetta campionatura dei pipistrelli (gli inanellamenti sono stati effettuati da persone diverse che non seguivano il medesimo metodo di cattura; alcuni collaboratori hanno visitato molte volte le medesime grotte — buone probabilità di ricatture — al contrario di altri — poche probabilità di ricatture; ecc. ecc.).

* * *

Se fossero stati impiegati 6000 anellini ed otto anni di tempo per ricavare soltanto le notizie contenute nel precedente paragrafo, l'attività del C.I.P. sarebbe servita a ben poco. La parte più importante del lavoro svolto è costituita da quelle notizie raccolte dagli inanellatori sull' habitat dei pipistrelli, sulle migrazioni, sul gregarismo, sui parassiti, sulla durata della vita e su altri aspetti della biologia di questi animali. La maggior parte di queste notizie è ancora da elaborare e da pubblicare, ma per dare un' idea di quanto fatto e di quanto si può fare, riassumiamo qui di seguito ciò che è stato pubblicato dai collaboratori del C.I.P. sulle ricerche da loro effettuate col metodo dell' inanellamento.

1) *Rhinolophus ferrum equinum* Schreber

I risultati sono stati ottenuti con osservazioni effettuate da ottobre ad aprile in Liguria e nel Lazio:

— nelle grotte liguri due terzi degli esemplari si trovano in colonia, il rimanente terzo è composto da esemplari isolati. I ♂♂ sembrano essere più gregari delle ♀♀. Nelle colonie vi sono gruppi compatti di soli ♂♂. Le colonie sono a volte bispecifiche, cioè comprendono anche dei *Rhin. euryale*; questi ultimi a volte sono in maggioranza e a volte in minoranza. In una colonia di *Rhin. ferrum equinum* è stato anche rinvenuto un *Myotis capaccinii* (Dinale 1958, 1963, 1965 b);

— salvo qualche eccezione il *Rhin. ferrum equinum* si rifugia in luoghi completamente bui ed alquanto umidi; non è raro trovarlo con i patagi imperlati di gocce d'acqua (Dinale 1958);

— riposa in posizione ammantellata, salvo quando è in colonia compatta (Dinale 1958);

— gli spostamenti, nel periodo invernale, sono modesti (sino a 7 Km) (Dinale 1958, Dinale e Maifredi 1958);

— due esperimenti di voli di ritorno al luogo di cattura hanno dato risultati positivi (14 e 25 Km) (DINALE e RIBALDONE 1961);
— alcuni esemplari sono parassitati da *Nycteribia biarticulata* Hermann e da *Ixodes vespertilionis* Koch (DINALE 1958, 1962);
— la probabilità di sopravvivenza dopo un anno sembra essere compresa tra $p = 0{,}800$ e $p = 0{,}830$ (DINALE 1964);
— nella maggior parte dei ♂♂ la spermatogenesi inizia a circa 3 anni di età, nei rimanenti ♂♂ ciò avviene un anno più tardi. Le ♀♀ partoriscono per la prima volta parte a 3 anni e parte a 4 anni (in Liguria) (DINALE 1964);
— se l'anellino è posto correttamente sull'avambraccio dei ♂♂ adulti di *Rhin. ferrum equinum* non causa nè una diminuzione del peso degli esemplari nè una diminuzione della probabilità di sopravvivenza. Al contrario, se stretto troppo causa una diminuzione di peso di 1-2 grammi e quasi certamente anche una diminuzione della probabilità di sopravvivenza. Da qui la raccomandazione agli inanellatori di applicare correttamente l'anellino sull'avambraccio dei pipistrelli (DINALE 1960, 1965a).

2) *Rhinolophus euryale* Blasius

Da osservazioni effettuate in Liguria e nel Lazio, tra ottobre ed aprile, si è potuto sapere che:

— probabilmente i ♂♂ sono in grado di fecondare a 2 anni e qualche mese di vita e le ♀♀ dovrebbero partorire per la prima volta a 2 anni oppure a 3 anni (DINALE 1963);
— il peso varia da 8,8 a 16,2 g a seconda dell'età e della stagione (DINALE 1963);
— i ♂♂ subadulti sono più leggeri dei ♂♂ adulti, ciò è vero anche per i subadulti di 1,5 anni di età (DINALE 1963);
— parte delle ♀♀ subadulte è più leggera delle ♀♀ adulte, parte invece ha circa il medesimo peso delle ♀♀ adulte (DINALE 1963);
— non sembra esservi dimorfismo sessuale (DINALE 1963);
— l' inanellamento non sembra avere influenza sul peso (DINALE 1963);
— abita in zone completamente buie di grotte ben isolate climaticamente rispetto all'esterno. In genere preferisce zone di grotte dall' umidità non molto elevata (DINALE 1958 e 1963);

— una parte degli esemplari riposa in posizione ammantellata (DINALE 1958 e 1963);
— è parassitato da *Nycteribia biarticulata* Hermann (DINALE 1958 e 1963);
— è più gregaria delle specie congeneri *Rhin. ferrum equinum* e *Rhin. hipposideros*: oltre il 95% degli esemplari è stato trovato in colonia; gli esemplari isolati sono più facili a rinvenirsi in primavera. In Liguria, a partire da novembre, i *Rhin. euryale* si riuniscono in colonie nei quartieri invernali. Dette colonie sono di due tipi: 1) molti subadulti di ambo i sessi, molti ♂♂ adulti e poche ♀♀ adulte; 2) molti adulti di ambo i sessi e pochi subadulti con prevalenza di ♀♀. Le ♀♀ subadulte sono più anziane, in media, di quelle che si trovano nelle colonie di primo tipo.

Una minoranza di esemplari è isolata oppure in colonie di *Rhin. ferrum equinum*. Nelle colonie di *Rhin. euryale* è a volte ammessa la presenza di esemplari di *Rhin. ferrum equinum*. Alla fine dell' inverno le colonie si diradano e dopo la metà di marzo (sempre in Liguria) non si trovano nelle grotte che esemplari isolati. Le grotte diventano deserte di *Rhin. euryale* verso la fine aprile (in Liguria) (DINALE 1958 e 1963);
— è stata constatata una leggera eccedenza di ♂♂ rispetto alle ♀♀ (tra il 53,6% ed il 61,8%); ciò, peraltro, può essere dovuto al sistema di campionatura (DINALE 1963);
— sono stati ricatturati esemplari sino a 5 anni dopo l' inanellamento. In una grotta del Lazio le ricatture dopo un anno dall' inanellamento erano del 50%, una percentuale eccezionalmente alta (DINALE 1963);
— sono stati constatati spostamenti per voli di caccia (?) e per cambio di rifugio (durante l' inverno e in inverni successivi) da 2 a 28 Km (DINALE 1963, DINALE e MAIFREDI 1958, DINALE e RIBALDONE 1959);
— si sono avuti due spostamenti di ♀♀ tra quartieri invernali e quartieri estivi: tra i dintorni di Genova, il Pavese (83 Km) e l'Astigiano (63 Km). Parrebbe che le ♀♀ di *Rhin. euryale* che svernano in Liguria migrino in primavera a nord degli Appennini (DINALE 1963, DINALE e RIBALDONE 1961);

— due esperimenti di voli di ritorno al luogo di cattura hanno dato risultati negativi (25 e 41 Km) contrariamente a quanto avvenuto per il *Rhin. ferrum equinum* (DINALE 1963).

3) *Rhinolophus hipposideros* Bechstein

In Liguria questa specie è stata sempre rinvenuta isolata, in posizione ammantellata e, spesso, in prossimità degli ingressi di grotte e cave (DINALE 1958).

4) *Myotis emarginatus* Geoffroy

In DINALE 1965b è citata un' inusuale cattura invernale avvenuta in grotta a 1500 metri s.l.m.. Solitamente si rinviene questa specie sotto i 1000 metri s.l.m..

5) *Myotis capaccinii* Bonaparte

Questa specie è stata trovata sia in colonia monospecifica sia in compagnia di altre specie. Più precisamente:

— in Lombardia è stata trovata una colonia monospecifica invernale in una grotta particolarmente calda (14° C), il peso degli esemplari variava da 8,60 a 11,30 g (DINALE 1965b);
— un esemplare è stato trovato in Liguria in una colonia invernale composta da *Rhin. ferrum equinum* e da *Rhin. euryale* (DINALE 1965b);
— in Lombardia è stata rinvenuta una colonia estiva (in Wochenstuben) di *Myotis myotis* vel *oxygnathus* della quale facevano parte anche alcuni *Myotis capaccinii*; quest'ultima specie era parassitata da un dittero pupiparo (*Penicillidia dufouri* Westwood) (DINALE 1962a e 1965b).

6) *Myotis myotis* Borkhausen vel *oxygnathus* Monticelli

In Lombardia è stata rinvenuta una colonia estiva in Wochenstuben composta da ♀♀ adulte e da giovani di *Myotis myotis* e *Myotis oxygnathus* (dato e non concesso che siano due specie distinte). Nella colonia v'erano anche alcuni *Myotis capaccinii* (vedasi anche il punto 5). Gli esemplari erano parassitati da *Penicillidia dufouri* Westwood, da *Nycteribia vexata* Westwood e da *Nycteribia latreillei* vel *pedicularia* (DINALE 1962).

7) *Nyctalus noctula* Schreber

In DINALE 1965b è citata una colonia estiva posta sotto le tegole di un tettuccio (in Lombardia). Uno degli esemplari inanellati è stato ritrovato in inverno a poche centinaia di metri di distanza. Da ciò si può rilevare che non tutti i *N. noctula* migrano.

8) *Barbastella barbastellus* Schreber

Esemplari di questa specie sono stati trovati sia in Lazio sia in Piemonte, in inverno, in grotte molto fredde (temperatura in prossimità di 0°C). I pesi riscontrati variano da 8,05 a 8,90 g per i ♂♂ e da 8,55 a 10,45 g per le ♀♀. La differenza di peso tra i sessi è significativa: ciò può essere dovuto a dimorfismo sessuale oppure al fatto che gli esemplari pesati erano ♂♂ giovani e ♀♀ adulte. Non sembra convalidata l'ipotesi che i ♂♂ siano più resistenti al freddo delle ♀♀ (DINALE 1965b).

Riassunto

22 collaboratori del Centro hanno inanellato in otto anni circa 6000 esemplari la maggior parte dei quali appartiene alla famiglia *Rhinolophidae*. Le ricatture sono state oltre 1000. Il *Rhinolophus ferrum equinum* appare essere la specie più frequente. Alcuni dei collaboratori del Centro hanno pubblicato parte delle osservazioni effettuate: in questa nota se ne riassumono le conclusioni.

Summary

The above bat banding center was founded in 1956 by one of us (Ghidini). Banding started in 1957 and up to now 22 co-operators have banded about 6000 bats and recaptured about 1000 of them. For details see tables I and II (I = banded, R = recaptured).

Rhinolophus ferrum equinum is the most common species in Italian caves, from October to April, followed by *Rhinolopohus euryale*. The *Rhinolophidae* in total represent the 78% of the bats banded and the 92% of those recaptured. In our opinion this reflects the actual situation: from October to April, in the caves of northern and central Italy (caves in the upper mountains excluded) the population of *Rhinolophidae* is larger than the one of *Vespertilionidae*.

Some of the co-operators of this center have already published a part of the data obtained. In this note are summarized their conclusions on the following species: *Rhinolophus ferrum equinum, Rhinolophus euryale, Rhinolophus hipposideros, Myotis emarginatus, Myotis myotis vel oxygnathus, Nyctalus noctula* and *Barbastella barbastellus*.

BIBLIOGRAFIA

DINALE G., 1958 - Sull' inanellamento di pipistrelli in Liguria. *Ann. Mus. Civ. St. Nat., Genova,* LXX, pp. 130-158, 1 fig., 3 tab.

— 1960 - Guida all' inanellamento dei pipistrelli. Vol. IV delle *Guide didattiche della Rass. Spel. Ital.,* Como, pp. 1-30, 56 fig.

— 1962 a - Nota preliminare sui pipistrelli delle Grotte di Cunardo N. 2206 Lo-VA (Lombardia Occidentale). *Rass. Spel. Ital.,* Como, XIV, n. 1, pp. 27-29.

— 1962 b - Attività del Centro Inanellamento Pipistrelli. Atti Convegno-Assemblea della Soc. Spel. Ital. (1960), in *Rass. Spel. Ital.,* Como, XIV, n. 2, pp. 122-124.

— 1963 - Studi sui chirotteri italiani: I. Osservazioni sul *Rhinolophus euryale* Blasius in Liguria e nel Lazio. *Ann. Mus. Civ. St. Nat.,* Genova, LXXIV, pp. 1-29, 5 fig., 6 tav.

— 1964 - Studi sui chirotteri italiani: II. Il raggiungimento della maturità sessuale in *Rhinolophus ferrum equinum* Schreber. *Atti Soc. It. Sc. Nat.,* Milano, CIII, n. 2, pp. 141-153, 3 tab.

— 1965 a - Studi sui chirotteri italiani: III. Influenza dell' inanellamento sul peso e sulla probabilità di sopravvivenza in *Rhinolophus ferrum equinum* Schreber. *Atti Soc. It. Sc. Nat.,* Milano, CIV, n. 1, pp. 23-40, 5 tab.

— 1965 b - Studi sui chirotteri italiani: IV. Osservazioni su *Myotis emarginatus* (Geoffr.), *Myotis capaccinii* (BP.), *Nyctalus noctula* (Schr.). *Plecotus sp.* e *Barbastella barbastellus* (Schr.) in alcune regioni italiane. *Doriana, suppl. Ann. Civ. Mus. St. Nat.,* Genova, IV, n. 156, pp. 1-5.

— e P. MAIFREDI, 1958 - Centro Inanellamento Pipistrelli (Attività svolta nel 1957). *Rass. Spel. Ital.,* Como, X, n. 4, pp. 167-168.

— e G. RIBALDONE, 1959 - Attività del C.I.P. nel 1958 (Centro Inanellamento Pipistrelli). *Rass. Spel. Ital.,* Como, XI, n. 4, pp. 242-243, 1 tab.

— e G. B. RIBALDONE, 1961 - L' inanellamento di pipistrelli in Liguria negli anni 1959 e 1960. *Rass. Spel. Ital.,* Como, XIII, n. 2, pp. 52-53, 1 tab.

GHIDINI G. M., 1956 - Costituzione di un Centro di Inanellamento Pipistrelli. *Rass. Spel. Ital.,* Como, VIII, n. 3-4, pp. 214-222, 47 fig.

C. Campiglio e R. Potenza

LE FACIES OLIVINICHE DEL GABBRO DI SONDALO (ALTA VALTELLINA, LOMBARDIA) (*)

Introduzione

In una nota precedente [4] abbiamo affrontato i problemi relativi al corpo intrusivo affiorante tra Sondalo e S. Antonio Morignone e abbiamo descritto, fra i vari litotipi rappresentati entro il plutone, le dioriti di S. Antonio. Iniziando ora la descrizione dei gabbri a olivina appartenenti alla stessa formazione, precisiamo che i metodi di studio non hanno subito modifiche e che, procedendo nel lavoro, non abbiamo rilevato elementi in contrasto con quanto affermato nella nota precedente. Anche per i riferimenti bibliografici a carattere locale valgono ancora quelli richiamati nella nota citata; ad essi va però aggiunta la tesi di dottorato di M. A. Koenig dell'università di Zurigo [10]. Si tratta di uno studio su tutta l'alta Valtellina tra Sondalo, Bormio e la Val Grosina, in cui si dedica particolare attenzione al « Plutone dell'alta Valtellina ». In questo lavoro si manifesta però una eccessiva preoccupazione di aderire a schemi prefissati, oltre ad una scarsa agilità nell' inquadrare il valore dei dati raccolti; non mancano inoltre inesattezze e contraddizioni terminologiche, per cui bisogna considerarlo con attente riserve, specie per quanto riguarda le conclusioni generali non sempre giustificate da presupposti obiettivi. Non si può tuttavia negare il notevole interesse della ricerca, in quanto si tratta dell'unico lavoro completo comparso finora sull'argomento e del primo tentativo di sintesi geologica. In una nota successiva [11] Koenig inquadra il plutone in una visione generale della tettonica alpina. Problemi così vasti esulano dagli scopi della presente ricerca, mentre valgono sempre le riserve formulate per le considerazioni di carattere locale.

(*) Studio compiuto nell'ambito dei programmi della sez. IV del Centro Nazionale per lo studio geologico e petrografico delle Alpi del C.N.R., 1965.

Petrologia del gabbro olivinico [1]

a) *Osservazioni di campagna.*

Nella zona meridionale del Gabbro di Sondalo [2] compaiono rocce caratterizzate dalla presenza dell'olivina le quali formano corpi ben localizzati entro le rocce circostanti. L'area di affioramento non è complessivamente grande, essendo circa un trentesimo della superficie totale occupata dalla massa intrusiva. Il principale di questi corpi costituisce un complesso di affioramenti a N di Le Prese, dal fondovalle a q. 1600 circa, un altro di notevoli dimensioni si trova presso Menegai, un terzo è stato individuato in val Dombastone. I rapporti delle facies oliviniche con le rocce circostanti non sono molto chiari a causa della fitta copertura vegetale e delle difficoltà di accesso alle pareti affioranti: è comunque accertato che i limiti con le noriti, piuttosto sfumati, hanno un andamento ONO-ESE, in accordo con la struttura interna generale del plutone, e che l'estensione in questa direzione è maggiore che in direzione N-S. Filoni di norite attraversano qua e là i tipi olivinici; più frequentemente però formano, all' interno ed ai margini, dei *septa*, sempre con andamento ONO-ESE.

Sul terreno il primo criterio diagnostico è il tipo di degradazione, analogo a quello di certi diabasi, a nuclei compatti, arrotondati, circondati da materiale sfatticcio ma non alterato e accompagnati da sabbioni anche estesi (Tav. IV, fig. 1). La compat-

---

[1] La descrizione del gabbro olivinico si basa sullo studio di 12 campioni dei quali cinque sono stati raccolti nell'affioramento di Menegai, quattro presso Le Prese e tre in val Dombastone, e di una ventina di sezioni sottili. Quelli su cui sono state eseguite le misure e le analisi riportate nel presente lavoro sono stati raccolti nelle località seguenti:

1) q. 1430 canalone a NO di Le Prese 03573507
2) q. 1090 presso le case di Menegai 04843461
3) q. 1250 sentiero Le Prese-Suville 03953489

Le tre località appartengono alla zona 32T PS (coordinate U.T.M.).

[2] In accordo con le norme del « Codice di nomenclatura stratigrafica » si attribuisce al termine « Gabbro di Sondalo » un valore formale: questo termine cioè viene assunto come denominazione valida per l' intera formazione costituita dal corpo intrusivo, considerato in tutte le sue differenziazioni, di genesi unitaria, affiorante in alta Valtellina tra Sondalo e Cepina (v. « Riv. Ital. Paleont., vol. LXVIII, n. 1, pp. 115-148, Milano, 1960).

tezza del gabbro olivinico sano fa sì che esso venga ricercato sul luogo come pietra da costruzione.

b) *Descrizione petrografica.*

La grana della roccia è per lo più media e sul campione si possono riconoscere abbastanza agevolmente i cristalli globosi di olivina verde nella massa di feldspato violaceo e di pirosseno e anfibolo neri e ben sfaldati.

Al microscopio si può osservare che la roccia è di solito di una freschezza eccezionale: spessi anelli di aggregati finemente fibrosi circondano a volte l'olivina ma, come si vedrà in seguito, non si tratta di alterazioni bensì di trasformazioni sinantetiche; i componenti si limitano cioè praticamente a quelli riconosciuti macroscopicamente: plagioclasio labradoritico, olivina, augite, pirosseno rombico, anfibolo bruno, rari minerali opachi; eccezionalmente compare anche qualche laminetta di biotite.

I componenti tendono a concentrarsi in determinate zone che lasciano abbondante spazio al plagioclasio il quale lo occupa con aggregati di cristalli subidiomorfi; un certo idiomorfismo si nota anche nei singoli individui isolati entro i componenti femici: localmente tale struttura può quindi simulare un aspetto intersertale.

I cristalli di *plagioclasio* presentano dimensioni alquanto variabili, ma per lo più sono piuttosto grandi, dell'ordine del mezzo centimetro. Sono quasi sempre geminati secondo le leggi dell'albite e di Carlsbad, semplici o associate; più di rado compare la legge del periclino. Le lamelle di geminazione polisintetica, raramente deformate, sono in genere larghe e ben distinte; la loro ampiezza però è soggetta a variazioni entro lo stesso cristallo, in relazione con la zonatura di questo. Il plagioclasio infatti è zonato in modo irregolare, a chiazze scheletriche; a volte entro il gruppo di chiazze più interne, generalmente più calcico, si osserva un nucleo fortemente basico, ma per lo più la composizione è piuttosto costante nelle due zone principali. Sia tra i cristalli di uno stesso campione che tra quelli di campioni diversi non si sono notate differenze apprezzabili di composizione, come pure non si è rilevato un rapporto tra composizione e dimensioni dei cristalli. La media delle percentuali di anortite, ricavata da 110 misure dell'angolo assiale ottico e dell'angolo massimo di estinzione in zona perpendicolare a 010 eseguite al T.U. su 78 cristalli, indica la composizione di

una labradorite con il 64-65% di anortite. Le misure effettuate in varie parti di cristalli zonati mostrano che il contenuto di anortite può giungere nel nucleo fino al 75%, nella zona periferica fino al 52%.

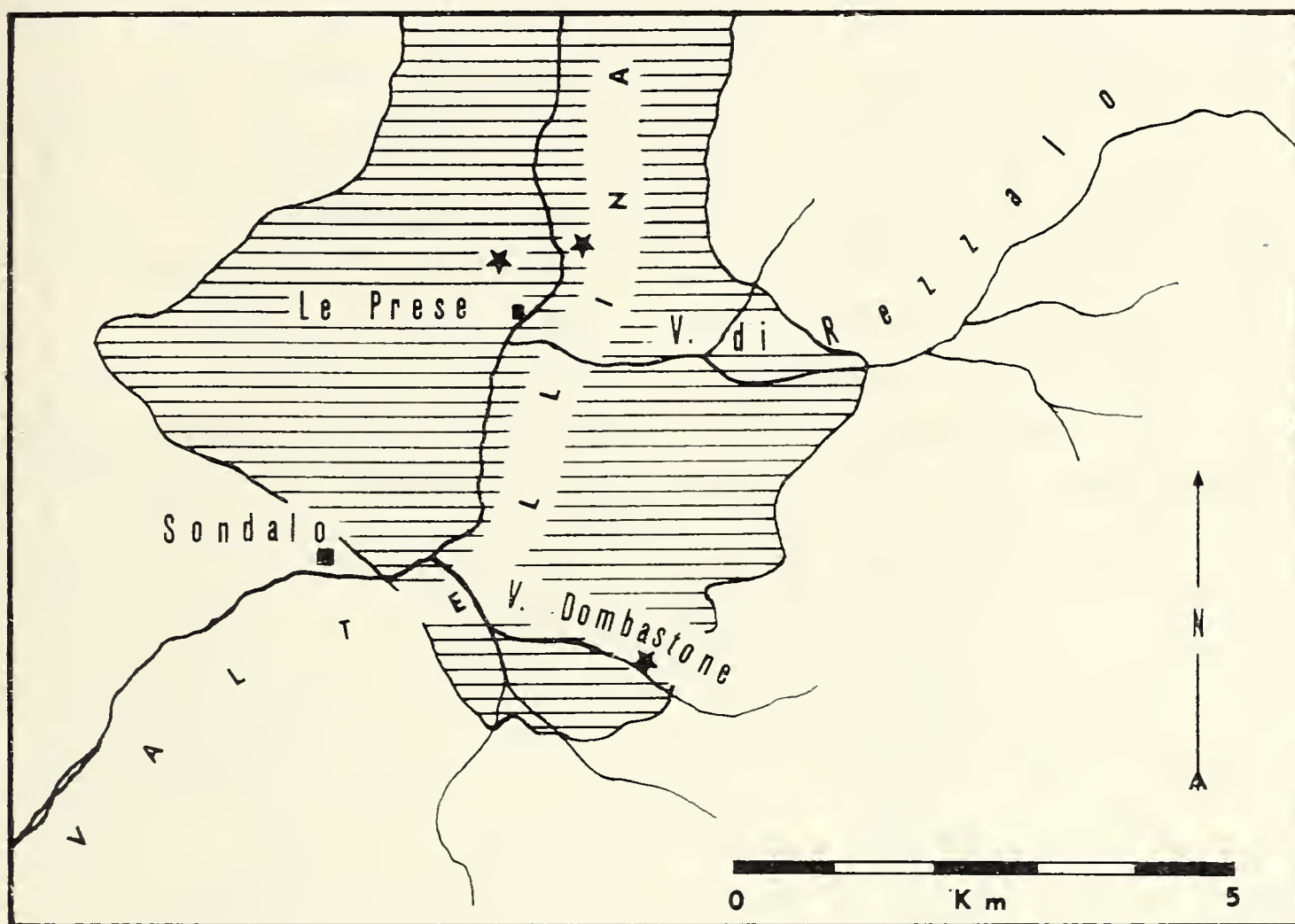



Fig. 1. — Posizione dei tre principali affioramenti di gabbro olivinico entro il Gabbro di Sondalo (stellette).

L' *olivina* forma individui tondeggianti incolori, corrosi al bordo e inglobati da tutti gli altri minerali; le notevoli variazioni di dimensioni, osservabili tra i cristalli di campioni differenti ed eccezionalmente dello stesso campione, sono evidentemente imputabili ad un diverso grado di riassorbimento magmatico. Spesso l'olivina include granuli di ossidi metallici, vi si trovano inoltre anche rarissimi cristalli circondati da un alone colorato di degenerazione radiogenica. Dai caratteri ottici misurati ([3]) si deduce trat-

---

([3]) Le misure di $2V_\alpha$ effettuate su 12 cristalli hanno dati valori compresi fra 80° e 85°, in media 83°. A causa della dispersione marcata gli angoli misurati in luce rossa superano di circa un grado quelli misurati in luce violetta.

tarsi di un'olivina di tipo crisolitico col 20% di fayalite. Spesso i prodotti di reazione restano in posto e formano sottili anelli intorno all'olivina: si tratta di ortopirosseno bronzitico in cristalli discreti e in tipica associazione con l'olivina; possono anche essere presenti aggregati paralleli di ortopirosseno e di anfibolo che, in qualche campione, sono sviluppati fino ad occupare l' intero vano del cristallo originario. I prodotti d'alterazione, peraltro molto rari e limitati a piccole porzioni dei cristalli intaccati, sono rappresentati da ossidi e carbonati, formanti il riempimento di sottili fratture sinuose dei cristalli stessi; chiazze giallo-verdastre di aggregati submicroscopici posson venire interpretate, per analogia con sostanze simili descritte da vari Autori, come bowlingite.

Sempre molto subordinati al plagioclasio e all'olivina, come si può vedere dalle analisi modali, pirosseni e anfiboli entrano nella composizione della roccia in proporzione variabile. Tra i pirosseni troviamo termini enstatitici di aspetto assai vario: da anelli di reazione e fini aggregati circondanti i cristalli di olivina possono giungere a formare grossi pseudo-fenocristalli di qualche centimetro. Quasi sempre sono ben sfaldati, il loro colore leggermente rosato è chiarissimo; gli indici di rifrazione sono piuttosto elevati, la birifrazione è bassa; il valore $2V_\alpha$, ricavato al T.U. su una decina di cristalli, è di circa 74° con poche variazioni; la dispersione infine è piccola. Si tratta quindi di una *bronzite* col 77% di enstatite. A differenza dei pirosseni rombici, che risultano in stretto rapporto con l'olivina, l'*augite* appare sempre indipendente dalle fasi precedentemente separate e forma cristalli di entità variabile, mai però molti piccoli. E' sfaldata secondo 110 e in particolari sezioni è visibile anche una fittissima sfaldatura 100 tipica dei termini diallagitici. Lungo le tracce di sfaldatura è normale l'allineamento di piccolissimi cristalli smistati la cui natura non è stata esattamente definita. Il colore è grigio rosato molto chiaro, il pleocroismo quasi assente, la birifrazione piuttosto forte. Al T.U. sono state eseguite una trentina di misure dell'angolo assiale ottico che è risultato positivo e, in media, di 46° con piccoli scarti, mentre l'angolo $c \wedge \gamma$ è risultato assai costante, cioè di $42° \pm 2°$: in base alle tabelle di Tröger questi caratteri corrispondono a quelli di una augite. Quando l'augite e il pirosseno rombico si trovano in grandi cristalli, sono generalmente ridotti a forme scheletriche

tra i cui ampi vani si insinua il plagioclasio (Tav. IV, fig. 2). In molti casi l' individuo originario è addirittura smembrato in numerosi brandelli di cui è tuttavia ancora riconoscibile la primitiva unità.

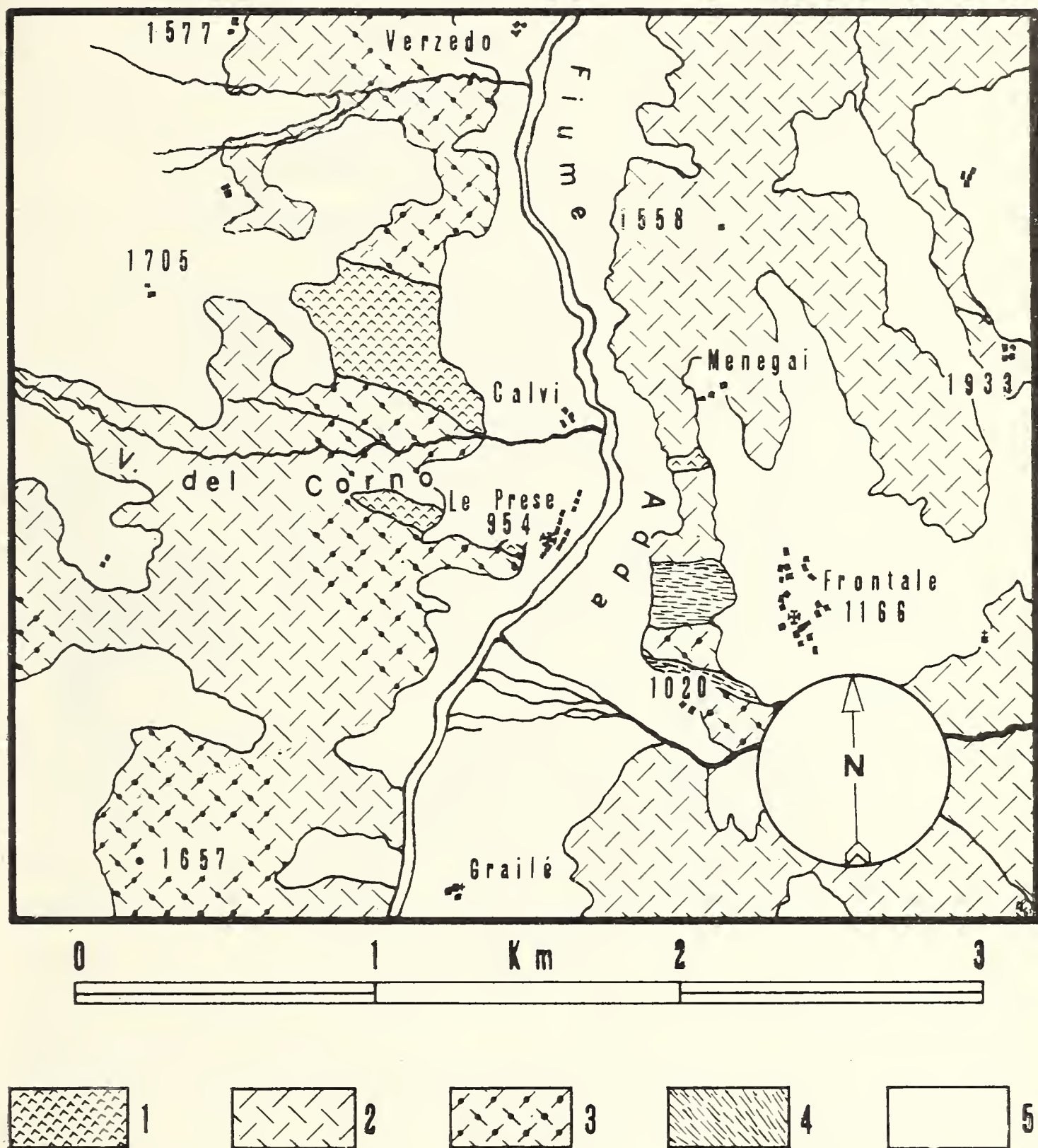



Fig. 2. — Carta geologica della zona di affioramento delle masse principali di gabbro olivinico.

1) Gabbro olivinico.
2) Gabbro anfibolico.
3) Noriti, iperiti, anortositi.
4) Cornubianiti biotitico-sillimanitiche, granatifere, talvolta con cordierite.
5) Copertura detritica e morenica.

L'*anfibolo* forma sottili fasce intorno agli altri componenti femici; a volte gli anelli sono molto sviluppati e sono allora in connessione con la presenza di granuli di magnetite e di ilmenite. Più di rado si trova in cristalli discreti di grandi dimensioni: contiene allora numerose inclusioni regolari di rutilo. A volte l'anfibolo forma anche piccole chiazze che sostituiscono in parte il pirosseno rombico o monoclino: casi estremi sono quelli di interpenetrazione completa tra augite e anfibolo. L'anfibolo è sempre molto colorato, con pleocroismo marcato dal giallo-verde per α e β al bruno intenso per γ; la birifrazione è abbastanza alta e alquanto irregolare; al T.U. sono state eseguite quindici misure, dalle quali si è ricavato un valore medio di $2V_\alpha$ di 86°. La dispersione abbastanza forte ($R > V$) fa sì che l'angolo assiale ottico possa variare anche di un grado al variare della lunghezza d'onda della luce impiegata per le misure. Il valore di $c \wedge \gamma$, (in media di 12°-13°) è alquanto incerto, ma non può essere precisato ulteriormente a causa della dispersione dei dati ottenuti (da 10° a 15°) e del piccolo numero di cristalli disponibili per le misure. Questi caratteri corrispondono in linea di massima a quelli delle orneblende comuni, non è possibile però in base a questi soli dati precisare di quale termine del gruppo siamo in presenza.

Un'attenzione particolare a causa della loro genesi diversa da quella di tutti gli altri minerali presenti nella roccia, meritano infine le « *corone* ». Con questo termine, a cui attribuiscono valore genetico oltre che descrittivo, gli AA. più recenti di lingua inglese [6, 8, 12, 13, 18] indicano aggregati di prodotti di reazione allo stato solido aventi una particolare struttura, che comunemente si formano al contatto tra olivina e plagioclasio. Il loro aspetto è quello di un anello, più o meno completo e di spessore costante, di minerali prismatici in aggregati paralleli disposti a raggiera intorno ai granuli di olivina.

In queste rocce le corone sono doppie essendo presenti due strati concentrici spesso separati da una netta discontinuità. Il primo strato, a contatto con l'olivina, è formato da aggregati paralleli di cristalli prismatici tozzi e incolori; il secondo, di spessore sempre superiore al primo, risulta anch'esso costituito da aggregati di cristalli prismatici, ma fibrosi, di colore verde chiaro

e spesso alquanto raggiati. La finezza estrema dei singoli individui costituenti le corone impedisce di effettuare misure ottiche su di essi: a malapena si riesce a distinguere il pirosseno rombico della corona interna dall'anfibolo dello strato periferico, nel quale talvolta si riconosce qualche cristallino di anfibolo sodico. E' assai

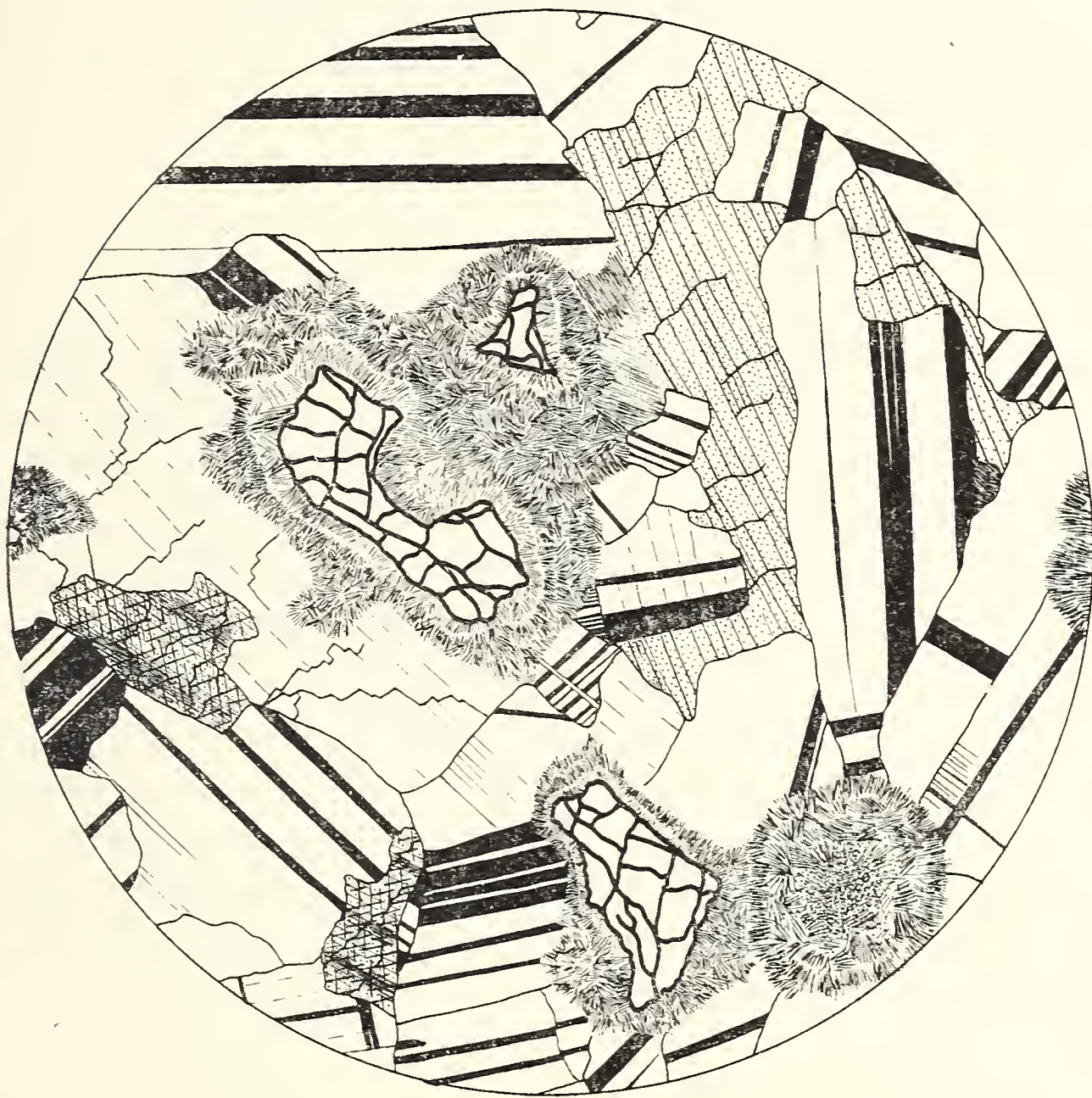



Fig. 3. — Aspetto tipico di un gabbro olivinico. I cristalli di olivina allotriomorfi e corrosi sono avvolti da ampie corone che li isolano dal plagioclasio. I cristalli di pirosseno (punteggiati in figura), ben sfaldati, mostrano un forte riassorbimento operato dal feldspato subidiomorfo. (∅ ≅ 1 cm).

dubbio inoltre il riconoscimento dello spinello che, secondo gli AA. consultati, sarebbe un componente molto frequente delle corone di questo tipo in associazione simplectitica con l'anfibolo; per il resto tuttavia le nostre osservazioni trovano sostegno nelle determina-

zioni concordi dei vari Autori. Le corone sono presenti solo al contatto tra olivina e plagioclasio, esse infatti scompaiono bruscamente dove l' olivina viene in contatto con i minerali femici; in qualche campione mancano del tutto anche al contatto con il feldspato, specialmente se la roccia è ricca di orneblenda bruna. Le corone possono essere sviluppate in diverso grado fino a sostituire completamente il cristallo di olivina; talvolta sono invece incomplete per la mancanza di uno degli strati: rimane allora il solo anello pirossenico.

c) *Note strutturali.*

La tendenza all' isoorientazione dei plagioclasi osservata in numerosi campioni ci ha suggerito lo studio dell'orientazione di alcuni componenti al T.U. Non abbiamo effettuato determinazioni statistiche accurate che, data la grana della roccia, avrebbero richiesto un gran numero di sezioni orientate e che, oltretutto, esulavano dai limiti impostici dal presente lavoro. Tuttavia l'esame della disposizione di alcune decine di cristalli per ogni sezione ha dato indicazioni sufficienti per riconoscere che il plagioclasio presenta una isoorientazione assai blanda, tendendo a disporre il piano 010 secondo le principali direttrici tessiturali, bene riconoscibili in tutta l'area del plutone, perchè sottolineate dai *septa* di scisti inclusi, dai filoni di pegmatite e da numerose litoclasi. Nessun indizio si è invece ricavato dallo studio dell'olivina, la cui orientazione appare del tutto casuale.

d) *Studio chimico e modale.*

La composizione chimica dei gabbri olivinici studiati è stata determinata analizzando tre campioni. Secondo gli orientamenti più recenti della tecnica analitica delle rocce silicatiche [1] i dati di tutte le analisi, eseguite in doppio, sono riportati nelle tabelle

---

[1] FAIRBAIRN H. W., *Precision and accuracy of chemical analysis of silicate rocks*: Geochim. Cosmochim. Acta, 4, pp. 143-156, (1953). WEIBEL M., Chemismus und Mineralzusammensetzung von Gesteinen des nördlichen Bergeller Massiv: Boll. Svizz. Min. Petr., vol. 40, pp. 69-93, (1960).

con un massimo di tre cifre significative, in accordo quindi con l'esattezza dei metodi analitici impiegati. Le analisi sono state effettuate su polvere seccata a 110°C, data la mancanza di signifi-

TABELLA 1.

Campione 1: gabbro olivinico (q. 1430 canalone a NO di Le Prese)

Analisi chimica		Parametri magmatici sec. Niggli		Composizione mineral. in volume	
SiO_2	47.5				
TiO_2	0.37	si	100.2	plagioclasio	67.6
Al_2O_3	20.9	al	26.3	olivina	18.9
Fe_2O_3	0.50	fm	44.9	pirosseni	6.7
FeO	6.8	c	22.5	anfibolo	4.8
MnO	tr.	alk	6.3	minerali opachi	0.5
MgO	10.0	k	0.04	alterazione	1.5
CaO	9.8	mg	0.71		
Na_2O	2.9	ti	0.55		100.0
K_2O	0.20	h	6.6		
P_2O_5	ass.	w	0.06	Tipo magmatico:	
H_2O	0.9	t	— 2.5		c-gabbroide
		qz	— 25.0	Analista:	
	99.77			C. Campiglio (1965)	

Base:

Kp	*Ne*	*Cal*	*Cs*	*Fs*	*Fa*	*Fo*	*Ru*	*Q*
0.7	15.4	25.6	1.6	0.5	7.8	20.3	0.2	27.9

L = 41.7 (Kp + Ne + Cal) M = 30.4 (Fs + Fa + Fo + Ru)

$\pi = 0.61$ $\gamma = 0.053$ $\mu = 0.66$ $\alpha = 0.009$

Catanorma standard:

Mt	*An*	*Ab*	*Or*	*Wo*	*Fa*	*Fo*	*Ru*
0.5	42.6	25.6	1.1	2.1	7.6	20.3	0.2

cato petrografico del valore H_2O^-. I dati analitici riportati nelle Tab. 1, 2, 3, rivelano che due delle analisi sono molto simili, con qualche differenza nei valori dell'alluminio e del silicio, mentre la terza si discosta notevolmente per il contenuto di magnesio calcio e, in minor grado, di silicio alluminio e ferro. Il confronto con le

analisi medie di gabbri olivinici riportate da vari Autori (tab. 4) mette in evidenza inoltre che le principali differenze di chimismo tra le rocce valtellinesi e le medie citate risiedono in una maggiore

TABELLA 2.

Campione 2: gabbro olivinico (q. 1090 presso le case di Menegai)

Analisi chimica		Parametri magmatici sec. Niggli		Composizione mineral. in volume	
SiO_2	49.6				
TiO_2	0.28	si	108.5	plagioclasio	57.0
Al_2O_3	19.5	al	25.1	olivina	8.2
Fe_2O_3	0.12	fm	44.2	corone	21.3
FeO	6.1	c	24.2	pirosseni	11.6
MnO	tr.	alk	6.5	anfibolo	1.5
MgO	10.1	k	0.03	minerali opachi	0.4
CaO	10.3	mg	0.74		100.0
Na_2O	3.0	ti	0.46		
K_2O	0.15	h	7.4		
P_2O_5	tr.	w	0.014	Tipo magmatico: c-gabbroide	
H_2O	1.0	t	— 5.6		
	100.15	qz	— 17.5	Analista: C. Campiglio (1965)	

Base:

Kp	*Ne*	*Cal*	*Cs*	*Fs*	*Fa*	*Fo*	*Ru*	*Q*
0.5	15.8	23.2	3.4	0.1	7.0	20.5	0.2	29.3

L = 39.5 M = 31.2

$\pi = 0.59$ $\gamma = 0.011$ $\mu = 0.65$ $\alpha = 0.29$

Catanorma standard:

Mt	*An*	*Ab*	*Or*	*Wo*	*En*	*Fa*	*Fo*	*Ru*
0.1	38.7	26.3	0.8	4.5	9.6	6.5	13.3	0.2

quantità di silicio e, soprattutto, di alluminio, e in una quantità minore di potassio e ferro, dovuta quest' ultima principalmente alla scarsità del ferro trivalente.

Il calcolo dei parametri magmatici secondo Niggli rivela il carattere sottosaturo di queste rocce il cui valore *qz* varia da

TABELLA 3.

Campione 3: gabbro olivinico (q. 1250 sentiero Le Prese-Suville)

Analisi chimica		Parametri magmatici sec. Niggli		Composizione mineral. in volume	
SiO_2	46.2				
TiO_2	0.31	si	89.2	plagioclasio	51.7
Al_2O_3	16.6	al	18.9	olivina	22.7
Fe_2O_3	0.75	fm	60.6	corone	6.1
FeO	8.6	c	16.4	pirosseni	16.2
MnO	0.10	alk	4.1	anfibolo	1.9
MgO	15.8	k	0.04	minerali opachi	0.4
CaO	7.9	mg	0.75	alterazione	1.0
Na_2O	2.1	ti	0.46		100.0
K_2O	0.15	h	7.8		
P_2O_5	tr.	w	0.07	Tipo magmatico: c-gabbroide	
H_2O	1.2	t	— 1.6		
		qz	— 27.3	Analista:	
	99.71			C. Campiglio (1965)	

Base:

Kp	*Ne*	*Cal*	*Cs*	*Fs*	*Fa*	*Fo*	*Ru*	*Q*
0.7	11.1	20.8	1.1	0.8	9.9	32.0	0.2	23.4

L = 32.6 M = 44.0

$\pi = 0.62$ $\gamma = 0.025$ $\mu = 0.73$ $\alpha = 0.11$

Catanorma standard:

Mt	*An*	*Ab*	*Or*	*Wo*	*En*	*Fa*	*Fo*	*Ru*
0.8	34.7	18.5	1.2	1.5	6.4	9.5	27.2	0.2

— 17,5 a — 27,3 mentre il valore α è sempre assai vicino a 0. Ciò è logico trattandosi di rocce basiche, come pure è logico il valore elevato e costante del parametro *mg* (0,71-0,75). Il valore di *w* e *h* mostra infine che la roccia contiene pochissimi minerali idrati e ossidati e in particolar modo è povera di componenti alterati, ciò in accordo con quanto osservato al microscopio.

Tabella 4.

Dati analitici dei gabbri olivinici di Sondalo e confronto con analisi medie di altri Autori

	1	2	3	a	b	c	d
SiO_2	47.5	49.6	46.2	46.26	45.71	46.49	46.83
TiO_2	0.37	0.28	0.31	1.17	0.75	1.17	0.97
Al_2O_3	20.9	19.5	16.6	16.04	16.67	17.73	17.38
Fe_2O_3	0.50	0.12	0.75	3.11	3.44	3.66	1.91
FeO	6.8	6.1	8.6	8.98	6.12	6.67	8.20
MnO	tr.	tr.	0.10	0.11	0.16	0.17	0.14
MgO	10.0	10.1	15.8	9.74	10.48	8.86	10.03
CaO	9.8	10.3	7.9	10.85	11.58	11.48	11.36
Na_2O	2.9	3.0	2.1	1.77	1.95	2.16	2.03
K_2O	0.20	0.15	0.15	0.49	0.87	0.78	0.40
P_2O_5	ass.	tr.	tr.	0.18	0.22	0.29	0.21
H_2O	0.9	1.0	1.2	1.25	1.88	1.04	0.63

1 — campione 1
2 — campione 2
3 — campione 3
a — 7 gabbri olivinici americani }
b — 24 gabbri olivinici europei } da Johannsen [9]
c — 17 gabbri olivinici }
d — gabbro olivinico medio (Nockolds) da Barth [1]

L'aderenza tra il chimismo di queste rocce e quello dei tipi magmatici di Niggli non è molto stretta, si possono tuttavia ricondurre i parametri magmatici dei due primi campioni al tipo c-gabbroide, mentre quelli del terzo si accostano al magma al-orneblenditico. L'eccessiva differenza dei valori di *si* riduce però alquanto il significato di quest'ultimo confronto poiché, mentre il tipo magmatico è saturo ($\alpha = 1{,}8$), il campione 3 è sottosaturo ($\alpha = 0{,}11$). In tutte e tre le rocce analizzate troviamo invece un valore di *fm* e di *k* più basso di quello riportato nei tipi magmatici.

	si	*al*	*fm*	*c*	*alk*	*k*	*mg*
c-gabbroide	100	25	46	25	4	0,1	0,7
Campione 1	108,5	25,1	44,2	24,2	6,5	0,03	0,74
Campione 2	100,2	26,3	44,9	22,5	6,3	0,04	0,71
Campione 3	89,2	18,9	60,6	16,4	4,1	0,04	0,75
al-orneblenditico	120	19	61	15	5	?	0.7

L'elaborazione dei dati è stata spinta fino al calcolo della catanorma standard, la quale conferma il carattere sottosaturo di questa roccia. Interessante notare qui che, sebbene le quantità globali di feldspati e di minerali femici normativi e modali varino largamente, il rapporto tra k e π (v. fig. 4) e il valore μ sono assai

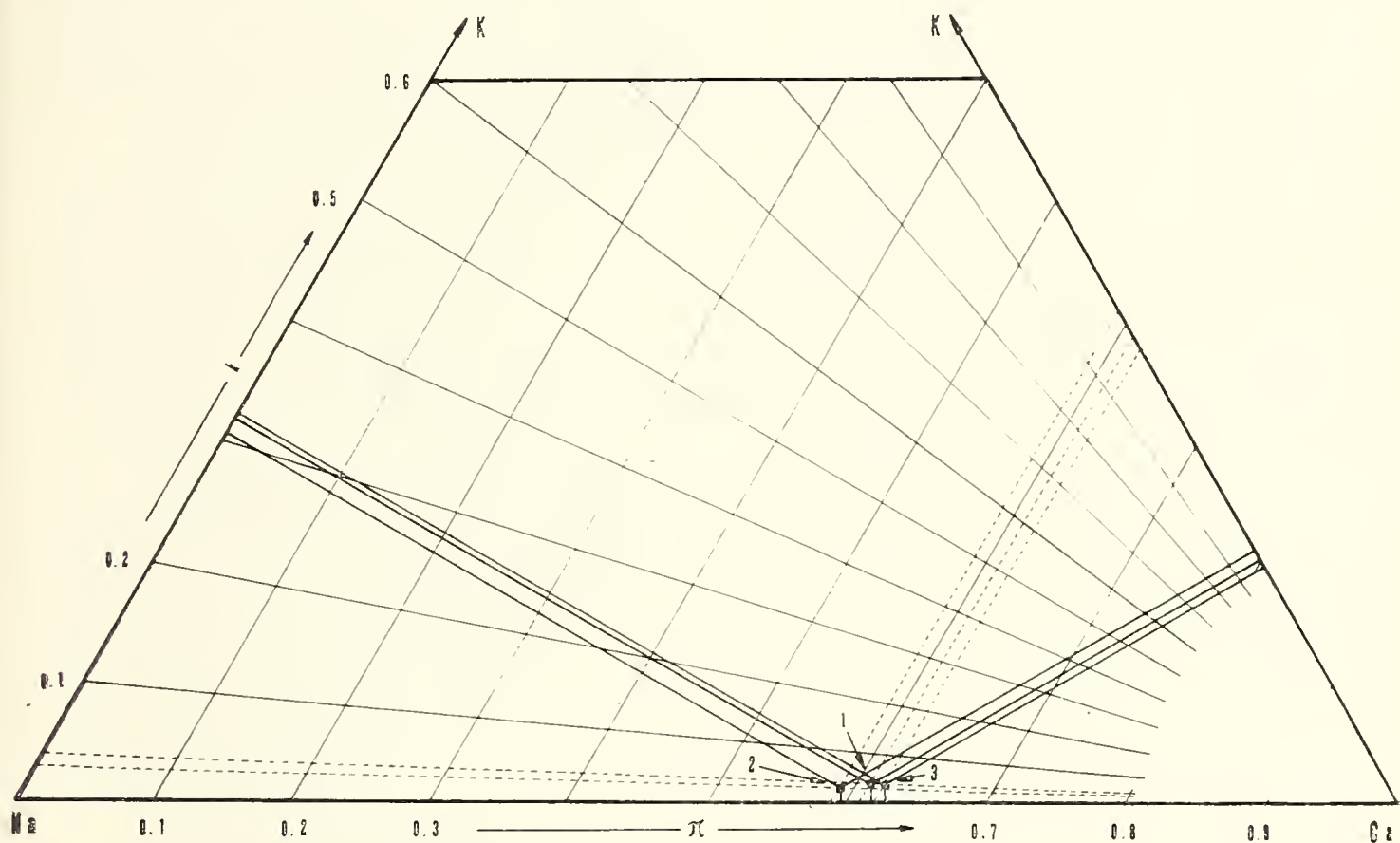



Fig. 4. — Posizione delle rocce analizzate nel grafico k — π (sec. Niggli). La vicinanza dei punti rappresentativi indica la costanza di composizione dei feldspati normativi il cui valore ricavato dal grafico è:

1) $Ab_{37}\ Or_2\ An_{61}$
2) $Ab_{40}\ Or_1\ An_{59}$
3) $Ab_{36}\ Or_{1.5}\ An_{62.5}$

costanti, indicando una relativa costanza di composizione nei minerali principali. Purtroppo, nonostante queste premesse promettenti, la prosecuzione dei calcoli delle possibili varianti si è rivelata estremamente complessa, tanto che l'aleatorietà dei risultati conseguibili ci ha consigliato di rinunciare ad un confronto rigoroso con il modo. Il primo e più importante fattore che riduce il valore di tale confronto è l' incertezza della composizione mineralogica. Le analisi modali eseguite sullo stesso campione differiscono infatti di tanto che la media fra i valori ottenuti ha assai poche probabilità di corrispondere alla effettiva composizione

media del campione. D'altra parte la scarsa omogeneità della roccia non permette di ovviare a questo inconveniente in fase di campionatura. La presenza poi di numerosi minerali dal chimismo non esattamente accertabile in base alle misure ottiche e l' incertezza della composizione mineralogica delle corone introduce un numero eccessivo di variabili nei calcoli petrochimici i cui risultati non danno perciò indicazioni attendibili. Abbiamo voluto comunque riportare, tra le varianti calcolate per i campioni studiati, quella che più si accostava alla composizione modale.

	Composizione mineralogica in volume		Variante: percentuali in volume
plagioclasio	57.0	56.7	$An_{50.1}\ Ab_{49.2}\ O_{0.7}$
olivina	8.2	7.6	$Fo_{75}\ Fa_{25}$
corone	21.3	21.6	0.9 pirosseno rombico; 17.7 anfibolo; 3.0 spinello
bronzite	1.0	1.7	$En_{75}\ Hy_{25}$
augite	10.6	10.0	$Di_{50}\ Hed_{10}\ Wo_{40}$
anfibolo	1.5	1.6	$[Si_{14}\ Al_2\ O_{44}\ (OH)_4 \mid Mg_6\ Fe_2\ Al_2]\ Ca_4$
minerali opachi	0.4	0.4	0.3 magnetite; 0.1 ilmenite
calcite	n.d.	0.4	
somma	100.0	100.0	

Anche in questa variante non è però possibile verificare la corrispondenza tra la effettiva composizione di tutti i minerali della roccia e le formule utilizzate. Causa principale di questo grave inconveniente, assai più accentuato negli altri campioni, è l'eccedenza dell'alluminio in tutte le rocce analizzate per cui, esclusa la possibilità di un errore analitico [5] abbiamo dovuto

[5] La ripetizione dei risultati in determinazioni indipendenti (le analisi sono sempre eseguite in doppio) ci permette di escludere l'errore accidentale; l'errore sistematico è stato escluso controllando il metodo con le rocce standard G1 e W1. D'altra parte anche l'analisi di KOENIG [10] sul gabbro olivinico di Sondalo riporta un valore di Al_2O_3 (20.0%) superiore alle medie.

concludere che probabilmente nei reticoli dei minerali di queste rocce l'alluminio può essere più abbondante di quanto normalmente ammesso in base alle formule cristallochimiche standard. Tale possibilità è riconosciuta da vari Autori, ma una ricerca approfondita in tal senso esula per ora dai fini che ci siamo proposti in questo lavoro.

e) *Classificazione.*

In base al chimismo, queste rocce secondo Niggli possono essere classificate come derivate da un magma affine al c-gabbroide od al-orneblenditico; la mancata coincidenza dei due tipi deriva dalle variazioni locali della composizione mineralogica, in particolare nel campione 3 il maggiore contenuto modale di minerali femici rende ragione delle differenze di chimismo osservate.

Se si passa alle classificazioni basate esclusivamente sulla composizione mineralogica, la differenza tra i campioni studiati si riduce notevolmente: secondo Johannsen queste rocce possono essere comprese nella denominazione di *gabbro olivinico* (fam. 2312P) con una costante tendenza verso le anortositi dovuta all'alto contenuto di plagioclasio; la prevalenza dell'olivina sul pirosseno potrebbe inoltre accostare queste rocce al tipo troctolitico.

La classificazione quantitativa di Ronner infine riunisce i tre campioni studiati nel tipo *leucoiperitico* (fam. 20).

f) *Note petrogenetiche.*

Da tutte le osservazioni svolte finora emerge un quadro petrogenetico a carattere spiccatamente intrusivo, sia per quanto si riferisce alla natura dei componenti mineralogici sia, soprattutto, per l'andamento della loro cristallizzazione.

Tutti i minerali presenti nella roccia appartengono al primo stadio di cristallizzazione di un magma basaltico; i singoli minerali hanno inoltre una composizione che, per quanto è stato verificato, rispetta l'ordine di arricchimento in determinati componenti (Si, Fe) in funzione di una normale cristallizzazione frazionata.

Questa si inizia con la separazione di ossidi e solfuri metallici e successivamente di un'olivina non molto magnesifera; all'abbassarsi della temperatura l'olivina reagisce col residuo liquido, arricchito in SiO_2, per formare una piccola quantità di pirosseno

bronzitico; essendo il magma sottosaturo non tutta l'olivina può partecipare alla reazione e rimane sotto forma di cristalli relitti. Contemporaneamente l'augite incomincia a separarsi direttamente dal liquido; la lunga durata della cristallizzazione le permette di includere inizialmente la sola olivina e in seguito l'olivina accompagnata dai suoi prodotti di reazione; il plagioclasio invece, incluso nel primo stadio, riassorbe successivamente gran parte dell'augite già formata. Al normale arricchimento in ferro del liquido si accompagna poi il riassorbimento dei minerali metallici solidificati nelle primissime fasi; a questo processo può essere ricollegata la presenza dell'anfibolo bruno che forma orli di reazione intorno agli altri componenti. I rari grandi cristalli di orneblenda bruna sono invece solidificati dal magma in un periodo anteriore, quando la temperatura era alquanto più elevata, come è testimoniato dalla presenza degli smistamenti di rutilo.

Precedentemente all'augite inizia anche la cristallizzazione del plagioclasio che si effettua in due tempi successivi, producendo la già descritta discontinuità nella zonatura dei cristalli; il termine della sua cristallizzazione corrisponde anche alla solidificazione totale della roccia. Il plagioclasio è inoltre responsabile dei fenomeni più imponenti di riassorbimento magmatico: le corrosioni intaccano tutti i componenti femici e in particolare i fenocristalli di augite, i quali giungono ad avere l'aspetto frammentario e scheletrico che impartisce alla roccia il suo caratteristico aspetto pseudo-ofitico.

I componenti delle corone non partecipano alla serie di reazioni descritte in quanto derivano da fenomeni metamorfici successivi allo stadio magmatico, come indicano le loro caratteristiche mineralogiche e strutturali.

Secondo gli Autori citati, causa prima della formazione delle corone è la differenza di potenziale chimico esistente tra olivina e plagioclasio. La presenza di acqua intergranulare e sollecitazioni esterne di vario tipo sono condizione necessaria per il verificarsi del fenomeno, il quale può svilupparsi per stadi successivi, corrispondenti a diversi strati entro le corone. Lo strato più interno di ortopirosseno, è dovuto ad espulsione di Fe e Mg dall'olivina, mentre quello più esterno, in dipendenza dalla quantità d'acqua disponibile può essere costituito di anfibolo e spinello o di anfibolo e granato, dovuti questi alla reazione tra il plagioclasio e il Fe e Mg liberati. Le sollecitazioni esterne invocate vanno dal metamorfismo regionale al metamorfismo di contatto; l'autometamorfismo è chiamato in causa marginalmente

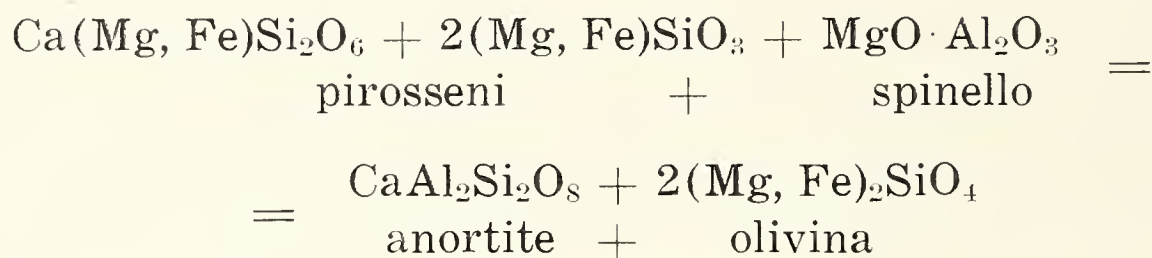
da alcuni, per lo più però lo si esclude a causa delle temperature troppo basse che esso implica e perchè il chimismo delle soluzioni provocherebbe una silicizzazione maggiore di quella che si verifica in realtà.

Nel nostro caso si ammette senz'altro, per la sua evidenza, la genesi delle corone per reazione in solido; quanto alle cause, le condizioni geologiche locali fanno escludere la presenza di masse eruttive che possano aver influenzato il gabbro dopo la sua solidificazione; anche i filoni di pegmatite che attraversano il plutone sono troppo lontani dal gabbro olivinico per averlo disturbato. Il metamorfismo dinamico ha interessato queste rocce in grado ridotto: le deformazioni sono inizialmente paracristalline e si limitano ad una blanda orientazione generale dei cristalli di plagioclasio nonché a qualche sporadica distorsione delle lamelle di geminazione. E' da escludere che tali sollecitazioni precoci abbiano potuto influire sui componenti in fase solida, più facilmente possono aver agito i movimenti tardivi collegati con il complesso di fratture, che attraversa la zona in direzione N-S, del quale diremo più ampiamente in una prossima nota.

Alcuni aspetti della composizione mineralogica e chimica di queste rocce, unitamente allo studio dei rapporti tra la tessitura generale del plutone e la tettonica locale delle rocce incassanti, farebbero sospettare la possibilità di vasti fenomeni di sintessi. I singolari rapporti quantitativi tra i minerali sembrano infatti indicare un equilibrio anomalo nei componenti del magma, il cui contenuto in alluminio, più elevato di quello che normalmente si trova in rocce analoghe, potrebbe derivare, qualora non sia peculiare del magma primario, dall'assimilazione di lembi degli scisti incassanti. Come però nel caso delle dioriti di questo plutone, l'ordine di cristallizzazione dei minerali non appare turbato da alcuna influenza esterna. Se si ritiene accettabile l' ipotesi dell'assimilazione bisogna quindi supporre che sia avvenuta quando ancora nessuno degli attuali componenti si era ancora separato, cioè a una temperatura tanto elevata da permettere la completa digestione di quasi tutti gli inclusi. I valori t di Niggli, sempre minori di 0 indicano infatti che l'alluminio contenuto nel magma, pur essendo in forte quantità, poteva entrare interamente nei reticoli dei silicati. Fasi alluminifere come lo spinello potrebbero essersi regolarmente separate nei primissimi stadi della cristallizzazione per essere poi

completamente riassorbite all' abbassarsi della temperatura, secondo l'equazione:

$$\underset{\text{pirosseni}}{Ca(Mg, Fe)Si_2O_6 + 2(Mg, Fe)SiO_3} + \underset{\text{spinello}}{MgO \cdot Al_2O_3} =$$

$$= \underset{\text{anortite}}{CaAl_2Si_2O_8} + \underset{\text{olivina}}{2(Mg, Fe)_2SiO_4}$$

la quale renderebbe inoltre ragione dell'elevato contenuto di feldspato e della prevalenza dell' olivina sul pirosseno nelle rocce studiate.

Conclusioni

Dalle considerazioni svolte sulle osservazioni di campagna e sugli studi di laboratorio, si può concludere che il gabbro olivinico appartiene alla formazione del Gabbro di Sondalo, di cui è un differenziato caratterizzato dalla presenza dell'olivina. Da un punto di vista sistematico questa roccia può essere definita in base alla composizione modale come una leucoiperite mentre chimicamente essa rientra nel tipo c-gabbroide od al-orneblenditico. La ricostruzione della successione minerogenica e lo studio delle strutture mineralogiche indicano un'origine magmatica evoluta secondo le regole della cristallizzazione frazionata: il prodotto finale singolarmente ricco di plagioclasio e olivina deve questa composizione particolare alla presenza di un' elevata percentuale di alluminio all' inizio della cristallizzazione. Si è supposto che questa eccedenza dipendesse da fenomeni di sintessi, suggeriti anche dalla tessitura generale del plutone. Gli elementi raccolti finora a favore di tale ipotesi sono però appena sufficienti per la formulazione del problema: un'eventuale soluzione potrà venire soltanto con la estensione della ricerca all' intera massa eruttiva.

Milano, Istituto di Mineralogia e Petrografia dell' Università.

Riassunto

Lo studio geologico-petrografico dell'alta Valtellina ha messo in evidenza la presenza di facies gabbro-oliviniche differenziate entro il Gabbro di Sondalo. Costituenti principali di questi tipi sono il plagioclasio labradoritico e l'olivina, accompagnati da quantità variabili di bronzite, augite e orneblenda

bruna, disposti secondo una struttura pseudoofitica e parzialmente isoorientati; corone pirosseno-anfiboliche si sviluppano spesso per reazioni in solido al contatto olivina-plagioclasio. Dallo studio chimico si possono classificare queste rocce come corrispondenti ai tipi magmatici *c-gabbroide* e *al-orneblenditico* di Niggli; le analisi medie di gabbri olivinici riportate nella letteratura corrispondono alle analisi delle rocce di Sondalo, con la sola differenza che in queste ultime il contenuto di alluminio è alquanto più elevato. La composizione mineralogica fa rientrare queste rocce nei *gabbri olivinici* di Johannsen o nelle *leucoiperiti* di Ronner. La tessitura del gabbro olivinico e i rapporti dell' intera massa eruttiva con le rocce incassanti fanno supporre la possibilità di fenomeni di sintessi nella storia geologica del plutone: la mancanza di perturbazioni nella cristallizzazione dei minerali implica però che, se tali fenomeni sono avvenuti, essi devono risalire alle prime fasi dell' intrusione, quando la temperatura del magma era sufficientemente elevata per portare a completa fusione il materiale incluso.

Abstract

The geologic-petrographic study of the Gabbro di Sondalo has pointed out the occurrence of olivinic facies. Labradorite and olivine are the main constituents of these rocks followed by bronzite, augite and brown hornblende. All these minerals are arranged according to a pseudo-ophitic texture and are slightly oriented. Products of solid reactions in form of coronas of orthopyroxenes and amphibole often grow out where the olivine comes in contact with plagioclase. From chemical data these rocks have been classified as c-gabbroid and al-hornblenditic magmas (Niggli); analytical results can also be compared with average analysis of olivine-gabbro taken from literature, but *al* value is rather higher. Structure of olivine-gabbro and relations of the whole igneous body with the boundaries suggest that along its geological history the plutonic mass can have largely assimilated part of the wall rocks. In the course of the crystallization however don't occur any noticeable perturbation, so we can infer that syntexis could only have taken place when the temperature was high enough to ensure the complete digestion of the included materials.

BIBLIOGRAFIA

[1] Barth T. F. W. - Theoretical Petrology, Wiley e Sons, New York, (1962).

[2] Bowen N. L. - The evolution of the igneous rocks, Princeton Univ. Press Princeton, New Jersey (1927).

[3] Brown G. M. - Pyroxenes from the early and middle stages of fractionation of the Skaergard intrusion, East Greenland: *Min. Mag.* 31, pp. 511-543 (1956).

[4] Campiglio C., Potenza R. - Facies dioritiche collegate con il gabbro di Sondalo (Alta Valtellina): *Atti Soc. It. Sc. Nat.*, CIII, 1, pp. 325-343 (1964).

[5] Deer W. A., Howie R. A., Zussman J. - Rock-forming minerals, Vol. 1-2, London (1963).

[6] HERZ N. - Petrology of the Baltimora Gabbro, Maryland: *G.S.A., Bull.* 62, pp. 979-1016 (1951).
[7] HESS H. H. - Chemical composition and optical properties of common clinopyroxenes: *Am. Min.* 34, pp. 621-666 (1949).
[8] HUANG W. T., MERRIT C. A. - Petrography of the troctolite of the Wichita Mountains, Oklahoma: *Am. Min.* 39, pp. 549-565 (1954).
[9] JOHANNSEN A. - A descriptive petrography, Vol. 3, The Univ. of Chicago Press, Chicago, Illinois (1939).
[10] KOENIG M. A. - Geologisch-petrographische Untersuchungen im oberen Veltlin, Inaug. Diss., Zurigo (1964).
[11] KOENIG M. A. - Synorogen-alpiner Magmatismus in oberen Veltlin: *Boll. Svizz. Min. Petr.* 45, 1, pp. 6-12 (1965).
[12] MURTHY M. V. N. - Coronites from India and their bearing on the origin of coronas: *G.S.A., Bull.* 69, pp. 23-38 (1958).
[13] OSBORNE F. F. - Coronite, labradorite anorthosite, and dykes of andesine anorthosite, New Glasgow, P.Q.: *Trans. Royal Soc. Canada* 43, pp. 85-112 (1949).
[14] POLDERVAART A. - Correlation of physical properties and chemical composition in the plagioclase, olivine and orthopyroxene series: *Am. Min.* 35, pp. 1067-1079 (1950).
[15] POLDERVAART A., HESS H. H. - Pyroxenes in the cristallization of basaltic magma: *Journ. Geol.* 59, pp. 472-489 (1951).
[16] RAMBERG H., DE VORE G. W. - The distribution of Mg^{++} and Fe^{++} in coexisting olivines and pyroxenes: *Journ. Geol.* 59, pp. 193-210 (1950).
[17] RONNER F. - Sistematische Klassification der Massengesteine, Vienna (1965).
[18] SHAND S. J. - Coronas and coronites: *G.S.A., Bull.* 56, pp. 247-266 (1945).

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA IV

Fig. 1. — Forme arrotondate di degradazione del gabbro olivinico.

Fig. 2. — Tipica struttura dei gabbri olivinici di Sondalo: un grande individuo di augite è ridotto a scheletro cristallino da numerosi feldspati subidiomorfi. I cristalli di olivina giacciono sparsi fra gli altri componenti e mostrano vistose corone al contatto con il feldspato.

Pavia — Premiata Tipografia Successori Fratelli Fusi — 15 Marzo 1966

Direttore responsabile: PROF. CESARE CONCI

Registrato al Tribunale di Milano al N. 6574

Fig. 1.

Fig. 2.

SUNTO DEL REGOLAMENTO DELLA SOCIETÀ

(Data di fondazione: 15 Gennaio 1856)

Scopo della Società è di promuovere in Italia il progresso degli studi relativi alle Scienze Naturali.

I Soci possono essere in numero illimitato.

I *Soci annuali* pagano una quota d'ammissione di L. 500 e L. 3.000 all'anno, *nel primo bimestre dell'anno, e sono vincolati per un triennio.* Sono invitati alle sedute, vi presentano le loro Comunicazioni, e ricevono gratuitamente gli *Atti,* le *Memorie* e la Rivista *Natura.*

Si dichiarano *Soci benemeriti* coloro che mediante cospicue elargizioni hanno contribuito alla costituzione del capitale sociale o reso segnalati servizi.

La *proposta per l'ammissione d'un nuovo Socio* deve essere fatta e firmata da due soci mediante lettera diretta al Consiglio Direttivo.

La corrispondenza va indirizzata impersonalmente alla « Società Italiana di Scienze Naturali, presso Museo Civico di Storia Naturale, Corso Venezia 55, Milano ».

AVVISO IMPORTANTE PER GLI AUTORI

Gli originali dei lavori da pubblicare vanno dattiloscritti a righe distanziate, su un solo lato del foglio, e nella loro redazione completa e definitiva, compresa la punteggiatura. Le eventuali spese per correzioni rese necessarie da aggiunte o modifiche al testo originario saranno interamente a carico degli Autori. Il testo va seguito da un breve riassunto in italiano e in inglese.

Gli Autori devono attenersi alle seguenti norme di sottolineatura:

———— per parole in *corsivo* (normalmente nomi in latino)

- - - - - per parole in carattere distanziato

===== per parole in MAIUSCOLO MAIUSCOLETTO (per lo più nomi di Autori)

≡≡≡≡ per parole in **neretto** (normalmente nomi generici e specifici nuovi o titolini).

Le illustrazioni devono essere inviate col dattiloscritto, corredate dalle relative diciture dattiloscritte su foglio a parte, e indicando la riduzione desiderata. Tener presente quale riduzione dovranno subire i disegni, nel calcolare le dimensioni delle eventuali scritte che vi compaiano. Gli zinchi sono a carico degli Autori, come pure le tavole fuori testo.

Le citazioni bibliografiche siano fatte possibilmente secondo i seguenti esempi:

GRILL E., 1963 - Minerali industriali e minerali delle rocce - *Hoepli,* Milano, 874 pp., 434 figg., 1 tav. f. t.

TORCHIO M., 1962 - Descrizione di una nuova specie di *Scorpaenidae* del Mediterraneo: *Scorpenodes arenai - Atti Soc. It. Sc. Nat. e Museo Civ. St. Nat. Milano,* Milano, CI, fasc. II, pp. 112-116, 1 fig., 1 tav.

Cioè: COGNOME, iniziale del Nome, Anno - Titolo - *Casa Editrice,* Città, pp., figg., tavv., carte; o se si tratta di un lavoro su un periodico: COGNOME, iniziale del Nome, Anno - Titolo - *Periodico,* Città, vol., fasc., pp., figg., tavv., carte.

(segue in quarta pagina di copertina)

INDICE DEL FASCICOLO I

(*continua dalla terza pagina di copertina*)

La Società concede agli Autori 50 estratti gratuiti con copertina stampata. Chi ne desiderasse un numero maggiore è tenuto a farne richiesta sul dattiloscritto o sulle prime bozze. I prezzi per il 1966 sono i seguenti:

Copie	25	50	75	100	200	300
Pag. 4 :	L. 2250	L. 2500	L. 2750	L. 3000	L. 4000	L. 5000
» 8 :	» 2800	» 3100	» 3400	» 3700	» 5000	» 6100
» 12 :	» 3400	» 3750	» 4100	» 4450	» 6000	» 7500
» 16 :	» 4000	» 4400	» 4800	» 5200	» 7000	» 8500

La copertina stampata viene considerata come 4 pagine, non cumulabili con quelle del testo, e pertanto il suo prezzo è calcolato a parte.

Per deliberazione del Consiglio Direttivo, le pagine concesse gratuitamente a ciascun Socio sono 12 per ogni volume degli « Atti » o di « Natura ». Nel caso il lavoro da stampare richiedesse un maggior numero di pagine, quelle eccedenti saranno a carico dell'Autore, al prezzo di L. 3.000 per pagina.

Il pagamento delle quote sociali va effettuato a mezzo del Conto Corrente Postale N. 3/52686, intestato a: « Soc. It. Scienze Naturali, Corso Venezia 55, Milano 227 ».